This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

ARTES SCIENTIA VERITAS
1837
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
FUEBOR
CIRCUMSPICE
THE GIFT OF
Dr. F. G. Covy

University of Michigan.

518 E. William St. Ann Arbor.

Ein vollständiges … Aus Natur
und Geisteswelt" … es Bandes.

Allach offg. 400:109.

Die Sammlung

„Aus Natur und Geisteswelt"

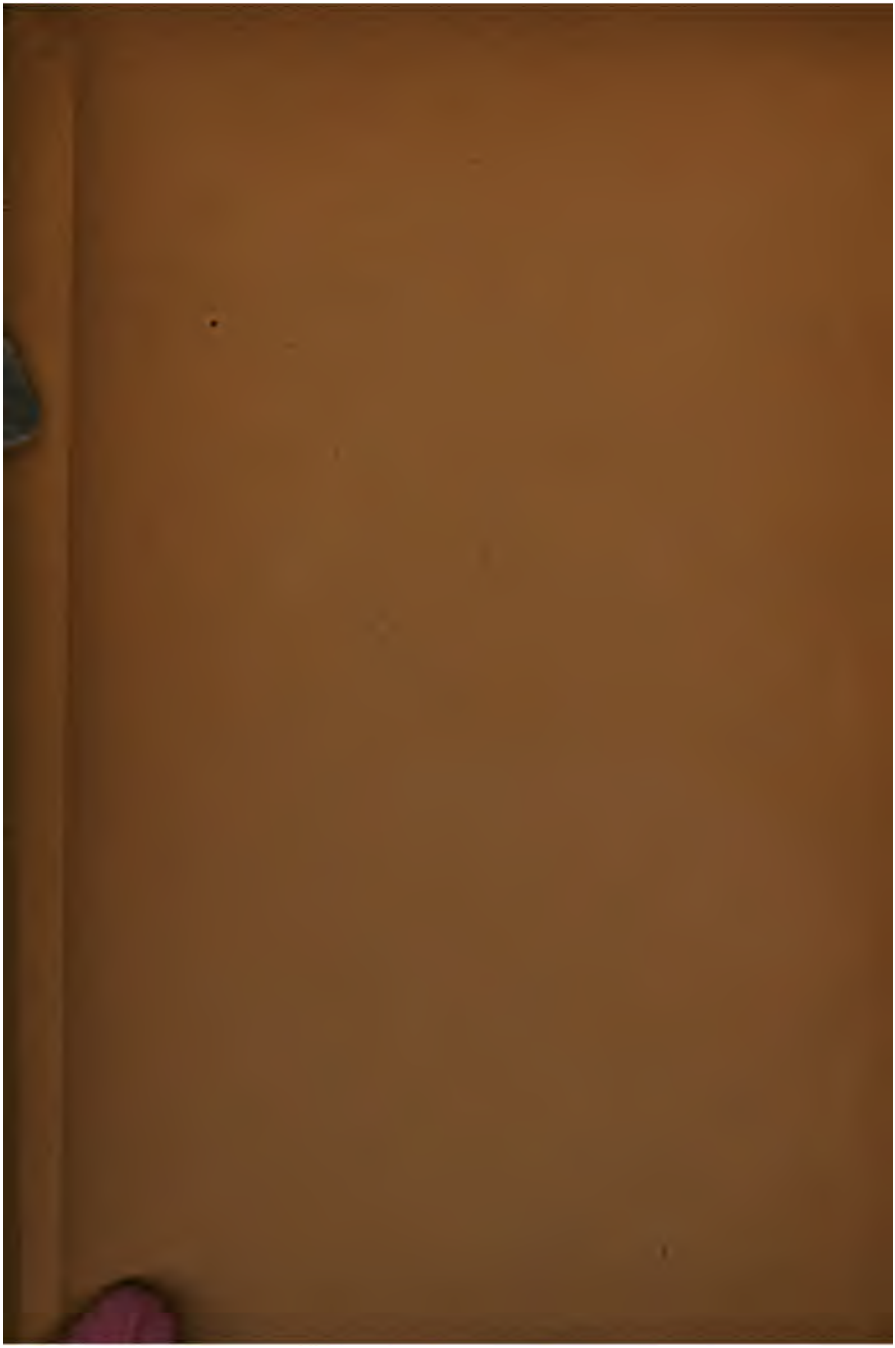
die nunmehr auf ein mehr denn zehnjähriges Bestehen zurückblicken darf und jetzt über 275 Bände umfaßt, von denen 60 bereits in zweiter bis vierter Auflage vorliegen, verdankt ihr Entstehen dem Wunsche, an der Erfüllung einer bedeutsamen sozialen Aufgabe mitzuwirken. Sie soll an ihrem Teil der unserer Kultur aus der Scheidung in Kasten drohender Gefahr begegnen helfen, soll dem Gelehrten es ermöglichen, sich an weitere Kreise zu wenden, dem materiell arbeitenden Menschen Gelegenheit bieten, mit den geistigen Errungenschaften in Fühlung zu bleiben. Der Gefahr, der Halbbildung zu dienen, begegnet sie, indem sie nicht in der Vorführung einer Fülle von Lehrstoff und Lehrsätzen oder etwa gar unerwiesenen Hypothesen ihre Aufgabe sucht, sondern darin, dem Leser Verständnis dafür zu vermitteln, wie die moderne Wissenschaft es erreicht hat, über wichtige Fragen von allgemeinstem Interesse Licht zu verbreiten. So lehrt sie nicht nur die zurzeit auf jene Fragen erzielten Antworten kennen, sondern zugleich durch Begreifen der zur Lösung verwandten Methoden ein selbständiges Urteil gewinnen über den Grad der Zuverlässigkeit jener Antworten.

Es ist gewiß durchaus unmöglich und unnötig, daß alle Welt sich mit geschichtlichen, naturwissenschaftlichen und philosophischen Studien befasse. Es kommt nur darauf an, daß jeder Mensch an einem Punkte sich über den engen Kreis, in den ihn heute meist der Beruf einschließt, erhebt, an einem Punkte die Freiheit und Selbständigkeit des geistigen Lebens gewinnt. In diesem Sinne bieten die einzelnen, in sich abgeschlossenen Schriften gerade dem „Laien" auf dem betreffenden Gebiete in voller Anschaulichkeit und lebendiger Frische eine gedrängte, aber anregende Übersicht.

Freilich kann diese gute und allein berechtigte Art der Popularisierung der Wissenschaft nur von den ersten Kräften geleistet werden; in den Dienst der mit der Sammlung verfolgten Aufgaben haben sich denn aber auch in dankenswertester Weise von Anfang an die besten Namen gestellt, und die Sammlung hat sich dieser Teilnahme dauernd zu erfreuen gehabt.

So wollen die schmucken, gehaltvollen Bände die Freude am Buche wecken, sie wollen daran gewöhnen, einen kleinen Betrag, den man für Erfüllung körperlicher Bedürfnisse nicht anzusehen pflegt, auch für die Befriedigung geistiger anzuwenden. Durch den billigen Preis ermöglichen sie es tatsächlich jedem, auch dem wenig Begüterten, sich eine kleine Bibliothek zu schaffen, die das für ihn Wertvollste „Aus Natur und Geisteswelt" vereinigt.

Leipzig, 1909. **B. G. Teubner.**



Aus Natur und Geisteswelt
Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen
264. Bändchen

Einführung in die chemische Wissenschaft

gemeinverständlich dargestellt von

Prof. Dr. Walther Löb

Mit 16 Figuren im Text

Druck und Verlag von B. G. Teubner in Leipzig 1909

Dr. Frederick G. Novy
12-1923

Copyright 1909
by B. G. Teubner in Leipzig.

Alle Rechte, einschließlich des Übersetzungsrechts, vorbehalten.

Vorwort.

Die „allgemeine Chemie" bildet das Fundament der chemischen Wissenschaft. Die „anorganische" und „organische" Chemie beschäftigt sich mit den einzelnen chemischen Individuen; die allgemeine Chemie gruppiert die Stoffe nach wenigen, aber desto allgemeineren Gesichtspunkten; sie weist die Gesetze auf, welche die Aggregatzustände beherrschen, die Einflüsse, welche die physikalischen Energien, wie Wärme, Elektrizität und Licht, auf das Verhalten der stofflichen Welt ausüben, sie leitet die theoretischen Vorstellungen ab, welche für alle Substanzen Geltung haben sollen. Die einzelnen chemischen Erfahrungen dienen nur als Belege und Beispiele für die allgemein gültige Anschauung, die aus ihnen entstanden ist.

Es wurde in dem vorliegenden Bändchen, in dem ich einer Anregung des Verlages folgend den Inhalt einiger Volkshochschulvorträge — eines Teiles eines umfassenderen Vortragszyklus — für die Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus Natur und Geisteswelt bearbeitet habe, Wert darauf gelegt, die grundlegenden Tatsachen möglichst einfach und anschaulich zu beschreiben und aus ihnen die theoretischen Vorstellungen abzuleiten. In dieser Form dürfte gerade die allgemeine Chemie geeignet sein, eine Einführung in die wissenschaftliche Chemie zu bilden und das gründliche Verständnis der einzelnen Spezialgebiete [1]) vorzubereiten.

Berlin, Frühjahr 1909.

Walther Löb.

01-4-23 L.N.

1) Aus der Sammlung Aus Natur und Geisteswelt sei auf die folgenden Bändchen hingewiesen:
R. Blochmann: Luft, Wasser, Licht und Wärme.
R. Börnstein: Die Lehre von der Wärme.
K. Arndt: Elektrochemie.
G. Kümmel: Photochemie.
R. Börnstein und W. Markwald: Sichtbare und unsichtbare Strahlen.
G. Mie: Moleküle, Atome, Weltäther.
Ferner: Anorganische Chemie, Volkshochschulvorträge von H. Kauffmann, Stuttgart 1907.
Organische Chemie, Volkshochschulvorträge von E. Wedekind, Stuttgart 1907.

413960

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Erstes Kapitel.
Chemische Vorgänge.

Einleitung 1
Elemente und Verbindungen 4
Volumverhältnisse bei Reaktionen 8
Gewichtsverhältnisse bei Reaktionen 12
Die Gesetze der einfachen und multiplen Proportionen. . 15

Zweites Kapitel.
Die Molekularanschauung.

Atome und Moleküle 18
Die Avogadro'sche Hypothese. 19
Atomgewichte und Molekulargewichte. 20
Die chemischen Vorgänge im Lichte der Atomtheorie . . 23

Drittes Kapitel.
Die Aggregatzustände.

Der gasförmige Aggregatzustand 26
Kinetische Vorstellungen . . 28
Die kinetische Ableitung der Gasgesetze 29
Dissociation der Gase 33
Der flüssige Aggregatzustand . 34
Kritische Erscheinungen . . . 36
Der feste Aggregatzustand . . 38

Viertes Kapitel.
Die Lösungen.

Der Lösungszustand. 39
Der osmotische Druck 41
Dissociation in Lösungen . . 45

Fünftes Kapitel.
Das periodische System der Elemente.

Die Ordnung der Elemente nach den Atomgewichten 47

Seite

Die Wertigkeit 50
Physikalisch-chemische Regelmäßigkeiten 53

Sechstes Kapitel.
Die Affinität.

Säuren, Basen und Salze . . 56
Die Affinität 60
Reaktionsgeschwindigkeit und Massenwirkung 61

Siebentes Kapitel.
Das Energiegesetz.

Energiegesetz 64

Achtes Kapitel.
Thermochemie.

Thermochemische Maße und Meßmethoden 68
Thermochemische Daten . . . 73
Die spezifischen Wärmen und Atomwärmen 76

Neuntes Kapitel.
Elektrochemie.

Grundtatsachen und Grundvorstellungen. 79
Die elektrolytische Dissociation und die Ionen 83
Das Faradaysche Gesetz . . . 86
Die Leitfähigkeit 87
Elektromotorische Kräfte . . 89
Anwendungen 92
Der elektrische Ofen 94

Zehntes Kapitel.
Photochemie.

Photochemie 99

Erstes Kapitel.

Chemische Vorgänge.

Einleitung.

Die chemische Wissenschaft beschäftigt sich mit den Stoffen, die wir auf der Erde beobachten. Die feste Erdkruste, die Gewässer, die Atmosphäre, alles was lebt, Pflanzen und Tiere, bestehen aus Stoffen mit den mannigfachsten Eigenschaften. Während die Untersuchung dieser Eigenschaften, wie die der Farbe, der Temperatur, der Form usw. Gegenstand eines anderen Zweiges der Naturwissenschaft, der Physik, bildet, ist es die Aufgabe der chemischen Forschung, die Veränderungen, welche die Stoffe selbst erleiden, zu untersuchen. Ein Beispiel wird den Unterschied verdeutlichen. Wir benutzen die Eigenschaften der Stoffe, ihr Gewicht, ihre Härte, ihre Form, ihre Farbe, ihren Geruch usw., um die Stoffe zu charakterisieren, zu bestimmen und von einander zu unterscheiden. Finden wir nun, daß durch irgendwelche Bedingungen alle diese Eigenschaften oder ein wesentlicher Teil dauernd verändert sind, so sagen wir: Die stoffliche Natur ist verändert oder aus dem ursprünglichen Stoff ist ein neuer entstanden. Bekannt ist die Eigenschaft des Eisens, durch einen Magneten angezogen zu werden, ebenso wie die des Schwefels, brennbar zu sein. Mischt man feines Eisenpulver mit Schwefel so innig, daß sowohl die graue Farbe des Eisens wie die gelbe des Schwefels verschwindet und eine anscheinend gleichförmige Mischung entsteht, in der das Auge Schwefel und Eisen nicht mehr unterscheiden kann, so gelingt es doch leicht, zu zeigen, daß durch ihre Mischung die beiden Stoffe oder Substanzen sich nicht dauernd verändert haben. Ein Magnetstab, in die Mischung hineingetaucht, zieht die Eisenteilchen wieder heraus und läßt den gelben Schwefel zurück. Beide Stoffe sind dieselben geblieben und können leicht wieder voneinander getrennt werden. Erhitzt man hingegen das Gemisch auf höhere Temperatur, so erglüht es alsbald in seiner ganzen Masse und bildet nach dem Erkalten eine schwarze Substanz, deren Eigenschaften weder an Schwefel noch an Eisen

erinnern. Der Magnet ist ohne Wirkung, eine Brennbarkeit, wie die des Schwefels, besteht nicht mehr; kurz, es gelingt nicht, die Eigenschaften der beiden benützten Stoffe wiederzufinden. Es hat sich zwischen ihnen eine stoffliche Umwandlung vollzogen. Mit solchen Veränderungen der Stoffe beschäftigt sich die Chemie.

Da zur Erforschung dieser Verhältnisse die Kenntnis eines jeden Stoffes vor seiner Veränderung notwendig ist, um aus dem Wechsel seiner Eigenschaften eben auf seine Veränderung schließen zu können, so muß sich die Chemie mit der Natur der Stoffe in ihrem Ruhezustande ebenso beschäftigen wie in ihren Veränderungen. Für beide Aufgaben ist es notwendig, die Eigenschaften jedes einzelnen Stoffes genau zu kennen, und die Erscheinungen, die den Wechsel der Eigenschaften begleiten, zu verfolgen.

Bringt man eine oder mehrere Substanzen in Verhältnisse, die eine dauernde Veränderung dieser Substanzen veranlassen, so nennt man den Vorgang, der sich dabei abspielt, eine *chemische Reaktion*. In dem geschilderten Beispiel verursachte das Erhitzen von Schwefel und Eisen also eine chemische Reaktion, während die vorhergehende Mischung keine chemische Reaktion herbeiführte, sondern nur, wie man angesichts der durch sie bewirkten äußeren Eigenschaftsänderung sagt, eine physikalische Mischung oder ein Gemenge darstellt.

Wenn wir die Substanzen der Erdoberfläche Bedingungen unterwerfen, die zur Erzeugung einer chemischen Reaktion geeignet sind, so finden wir große Unterschiede. Ein Stück Zucker, an der Luft stark erhitzt, schmilzt zuerst; wir bemerken einen Karamellgeruch, dann bläht es sich unter Schwarzfärbung auf, es entweichen Gase, und schließlich verglüht die schwarze Masse wie verbrennende Kohle, und nichts Festes bleibt zurück. Offenbar ist eine chemische Reaktion eingetreten; der Zucker hat sich zersetzt, und es bedarf einer eingehenden Untersuchung, das Ergebnis dieses Vorganges festzustellen. Erhitzt man in gleicher Weise nun ein kleines Stück Gold, so bleibt dasselbe vollkommen unverändert. Wie hoch man auch die Temperatur steigert, es gelingt nicht, eine dauernde Änderung der Eigenschaften herbeizuführen. Wohl schmilzt es bei genügend starker Erhitzung und verwandelt sich in eine goldgelbe Flüssigkeit, aber nach der Rückkehr in die anfänglichen Bedingungen, nach seiner Abkühlung, finden wir das Stück Gold mit allen seinen Eigenschaften wieder. Um festzustellen, ob sich eine chemische Reaktion oder ein physikalischer Vorgang abgespielt hat, ist stets eine gründliche Untersuchung erforderlich.

Wir unterscheiden drei Zustände, in denen Stoffe auf der Erde vorkommen, oder in die wir künstlich Stoffe überführen können, nämlich den festen, den flüssigen und den gasförmigen Zustand. Den wechselweisen Übergang in diese drei Zustände, die sog. Aggregatzustände, bezeichnet man nicht als eine chemische Reaktion, sondern als einen physikalischen Vorgang, da die Veränderung keine dauernde ist, sondern lediglich von den Temperaturbedingungen abhängt. Wasser unter 0 Grad ist bei Atmosphärendruck ein fester Körper, über 100 Grad als Wasserdampf ein Gas. Kühlt man dieses Gas ab, so entsteht wieder flüssiges Wasser; ebenso bildet sich dieses, wenn man das Eis erwärmt. Das aus dem Eis und dem Wasserdampf entstehende flüssige Wasser hat sämtliche Eigenschaften behalten, die das Wasser besaß, bevor es durch Abküh-

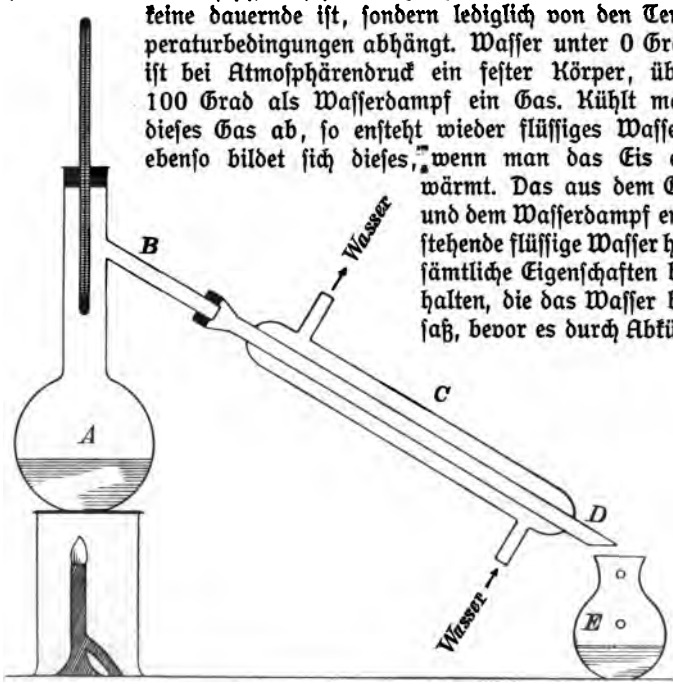


Fig. 1. Der Destillationsprozeß.

lung in einen festen Körper oder durch Erhitzen in ein Gas verwandelt war. Während das Gefrieren und Auftauen des Wassers ein einem jeden vertrauter Prozeß ist, möge die Verdampfung und Wiederverflüssigung des Wassers durch einen Versuch veranschaulicht werden. Fig. 1. In dem Glaskolben A befindet sich Wasser, das durch eine unter ihm befindliche Flamme zum Sieden erhitzt und in Dampf verwandelt wird. Der Wasserdampf kann nur durch das seitliche Glasrohr B entweichen und gelangt aus diesem in das weitere Glasrohr D, das von einem Glasmantel C umgeben

ist, der dauernd von kaltem Wasser durchströmt wird. Durch diese Anordnung, einen Kühler, wird der Wasserdampf wieder kondensiert und tropft aus dem Glasrohr D als flüssiges Wasser wieder in den Kolben E. Diesen physikalischen Vorgang, durch den eine Flüssigkeit durch Erwärmen in ein Gas verwandelt und durch Abkühlung wieder in die Flüssigkeit zurückverwandelt wird, nennt man eine Destillation.

Durch Anwendung anderer Mittel können wir am Wasser aber auch eine chemische Reaktion hervorrufen. Taucht man z. B. zwei Metallbleche, die ohne jede Wirkung auf das Wasser sind, in ein Gefäß mit Wasser und verbindet das eine Blech mit dem positiven, das andere mit dem negativen Pol einer elektrischen Stromleitung, so bemerkt man alsbald an den beiden Blechen lebhafte Gasentwicklung, und die nähere Untersuchung lehrt, daß das Wasser zersetzt wird. Würde man das Gold, das der starken Erhitzung ohne chemische Reaktion widerstanden hat, in gleicher Weise der Wirkung eines elektrischen Stromes unterwerfen, so würde man keinerlei Veränderung konstatieren.

Elemente und Verbindungen.

Aus diesen wenigen Beobachtungen wollen wir einige Definitionen ableiten, die ihren vollen Inhalt erst an Hand eines größeren Tatsachenmaterials gewinnen können. Solche Stoffe, die wie das Gold einer weiteren Zersetzung unfähig erscheinen, nennt man Elemente; diejenigen Stoffe, die wie das Wasser zersetzt werden können, nennt man Verbindungen. Die Stoffe der Erdoberfläche sind teils Elemente, teils Verbindungen. Bei den Versuchen, die letzteren zu zerlegen, ist man auf eine größere Anzahl von Elementen gestoßen, die mit den heutigen Hilfsmitteln nicht weiter zerlegbar sind. Die Verbindungen entstehen aus den Elementen durch chemische Reaktion, und aus ihnen können die Elemente wieder durch chemische Reaktion abgeschieden werden. Da jede Verbindung durch Vereinigung von Stoffen, die nur mit Gewichtszunahme vor sich gehen kann, zustande kommt, jede Zersetzung in Elemente aber Stoffe abgibt, die natürlich, jeder für sich, leichter sind, als ihre ursprüngliche Verbindung, so kann man die Elemente als die Stoffe definieren, die nur unter Gewichtszunahme reagieren, da sie einer weiteren Zersetzung nicht fähig sind. Schwefel und Eisen sind Elemente. Jeder der beiden Stoffe für

sich den höchsten Temperaturen, den stärksten elektrischen Strömen ausgesetzt, ändert dauernd keine seiner Eigenschaften. Eisen bleibt Eisen, Schwefel bleibt Schwefel. Mit Leichtigkeit aber gelingt es, diese Elemente in Verbindungen überzuführen, wenn wir sie mit andern Stoffen in Wechselwirkung bringen. Das Erhitzen eines Gemisches der beiden Elemente erläuterte uns das Wesen der chemischen Reaktion; es entstand eine Verbindung, die in keiner ihrer Eigenschaften mit denjenigen der beiden Elemente übereinstimmend als neuer Stoff angesehen wird und Schwefeleisen heißt. Metallisches Eisen rostet an der Luft. Es verbindet sich mit einem in der Luft vorkommenden Elemente, dem Sauerstoff, zu der rotbraunen Verbindung, die jedem bekannt ist. In ähnlicher Weise vereinigt sich der Schwefel beim Verbrennen an der Luft mit demselben Element und bildet die durch das Ausschwefeln allgemein bekannte Verbindung, schweflige Säure, den Stoff, der den durchdringenden Geruch des brennenden Schwefels veranlaßt.

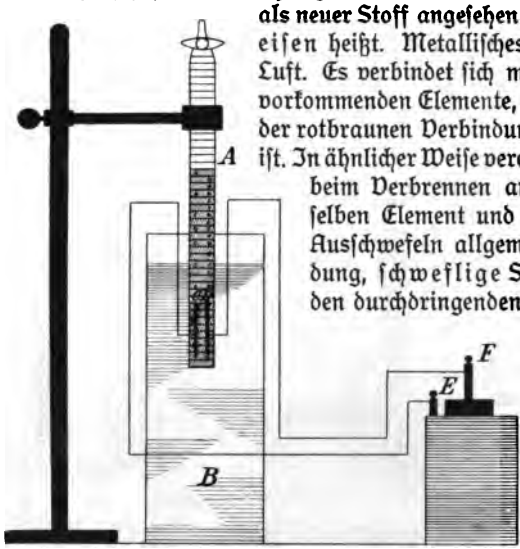


Fig. 2. Elektrolyse des Wassers.

Durch den elektrischen Strom konnten wir das Wasser in gasförmige Bestandteile zerlegen, wie die genaue Untersuchung ergeben wird, in die Elemente, aus denen es besteht. Es muß demnach möglich sein, aus den bei der Zersetzung des Wassers entstehenden Elementen das Wasser zurückzubilden. Um uns von der Richtigkeit dieser Folgerung zu überzeugen, stellen wir einen Versuch in folgender Weise an. Fig. 2. Ein oben durch einen Glashahn geschlossenes, unten offenes Glasrohr A befindet sich, vollständig mit Wasser gefüllt, in einer weiteren Wanne mit Wasser B. Die beiden mit den Polen E und F der elektrischen Stromquelle G verbundenen Metallbleche C und D sind in der unteren Öffnung des Glasrohres A, ohne sich gegenseitig zu berühren, angebracht. Nun müssen die bei der Zersetzung auftretenden Gase in dem

Rohr A in die Höhe steigen und das in ihm befindliche Wasser verdrängen. Der Versuch wird abgebrochen, wenn das ganze Rohr mit Gas gefüllt ist. So haben wir die gasförmigen Zersetzungsprodukte des Wassers.

Um aus ihnen wieder Wasser zu erzeugen, verfahren wir in folgender Weise. Fig. 3. Ein oben geschlossenes Glasrohr A trägt zwei Metalldrähte, B und C, eingeschmolzen, so daß sie die Glaswandung durchbohren und im Innern des Glasrohres etwa 1 mm voneinander entfernt sind. An die außen befindlichen Enden der beiden Metalldrähte legen wir die mit den Polen einer starken elektrischen Batterie, eines Induktionsapparates, verbundenen

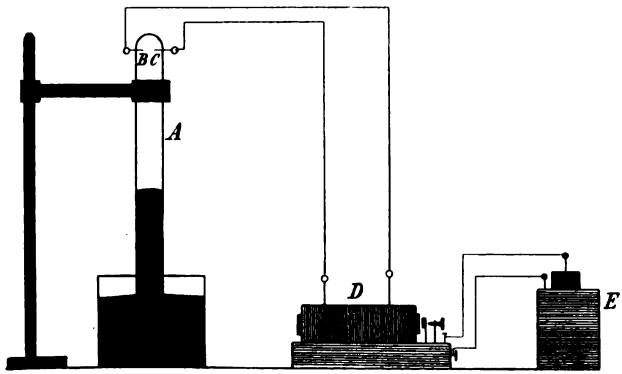


Fig. 3. Explosion von Knallgas.

Leitungsdrähte, so daß bei Stromschluß ein kleiner elektrischer Funken im Innern des Glasrohrs zwischen den beiden Drahtstückchen überspringt. Das Glasrohr ist mit Quecksilber gefüllt und befindet sich in einer mit Quecksilber gefüllten Wanne. Dadurch, daß wir mit einem gebogenen Glasrohr eine Verbindung zwischen dem oberen mit dem Glashahn versehenen Teile des Glaszylinders, in dem sich die Zersetzungsgase des Wassers befinden, Fig. 4, und dem unteren Teile des mit Quecksilber gefüllten Glasrohrs in der gezeichneten Weise herstellen, gelingt es, das Gas in das letztere überzuführen. Zu dem Zwecke öffnen wir den Glashahn und drücken den Glaszylinder so tief in die Wanne, daß das Wasser schließlich den ganzen Zylinder erfüllt, wobei das Gas durch das gebogene Glasrohr in den ursprünglich mit Quecksilber gefüllten Zylinder getrieben wird. Sorgfältig zu vermeiden ist, daß Wasser in das

Quecksilber gelangt. Nunmehr erzeugen wir mittels des elektrischen Stromes zwischen den Drahtenden einen kleinen Funken. In demselben Augenblick verschwindet das Gas vollständig, der Zylinder füllt sich wieder mit Quecksilber, und wir bemerken auf der oberen Kuppe des Quecksilbers einen kleinen Flüssigkeitstropfen, dessen genaue Untersuchung uns lehrt, daß er aus reinem Wasser besteht. Wir haben also die Verbindung Wasser nicht nur in Elemente zersetzt, sondern aus ihnen auch das Wasser wieder dargestellt. Diese Beispiele der Zersetzung und Bildung lassen sich ins Ungemessene vermehren.

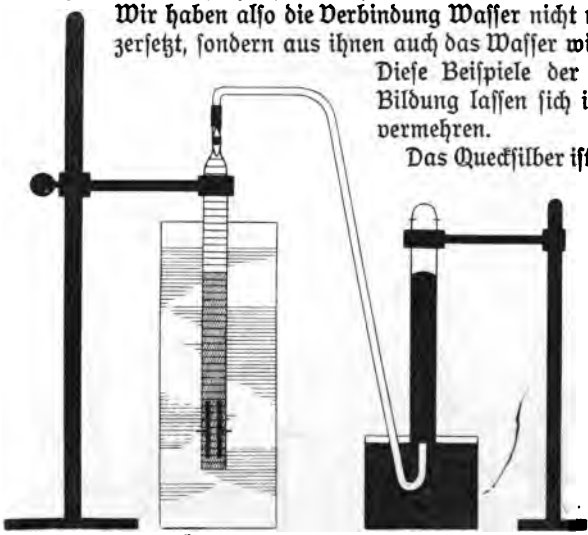


Fig. 4. Überführung von Gas in das Explosionsrohr.

Das Quecksilber ist eine metallische Flüssigkeit und, wie alle Metalle, ein Element. Erhitzt man das Quecksilber an der Luft bis zum Sieden, so bedeckt sich seine Oberfläche mit einer roten Haut, der Verbindung des Quecksilbers mit einem Element aus der Luft, dem Sauerstoff, der auch das Rosten des Eisens veranlaßt. Diese rote Substanz können wir in größerer Menge herstellen und nun zum Ausgangspunkt eines anderen Versuchs wählen. Wir erhitzen in einer Retorte, deren Form aus der Zeichnung, Fig. 5, ersichtlich ist, das rote Pulver auf höhere Temperatur und leiten die durch die Zersetzung entstehenden Produkte durch den Retortenhals und ein gebogenes Glasrohr unter einen mit Wasser gefüllten, oben verschlossenen Zylinder. Alsbald bemerken wir eine Gasentwicklung, und wenn wir den Versuch einige Zeit fortgesetzt haben, so hat sich eine größere Menge Gas in dem Zylinder angesammelt, während in der Retorte das Quecksilber wieder als Metall zurückgeblieben ist. In diesem Fall haben wir zuerst das Element Quecksilber in eine Verbindung übergeführt, um die Verbindung dann wieder in

ihre Bestandteile zu zerlegen, also den umgekehrten Weg, wie bei der Wasserzersetzung eingeschlagen.

Volumverhältnisse bei Reaktionen.

Alle die bisher geschilderten Versuche haben nur den Zweck, mit einigen chemischen Erscheinungen vertraut zu machen. Bevor wir weiter in das Gebiet der chemischen Wissenschaft eindringen, wollen wir diese Erscheinungen etwas genauer verfolgen und verwerten.

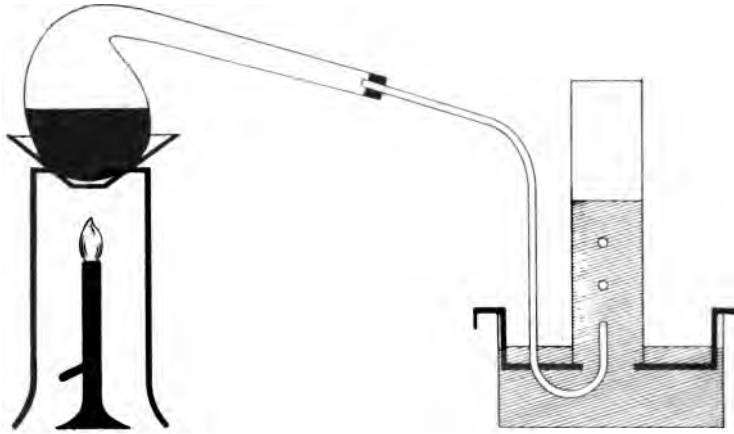


Fig. 5. Zersetzung der Quecksilber-Sauerstoff-Verbindung.

Dazu ist es nötig, die Erscheinungen nicht nur ihrer Art und Form nach, qualitativ, wie man sagt, zu untersuchen, sondern auch die Mengen zu berücksichtigen, die sich an den Vorgängen beteiligen, d. h. auch quantitativ zu verfahren. In zweierlei Weise können wir die Menge der an chemischen Reaktionen beteiligten Stoffe bestimmen, einmal ihrem Gewicht nach, dann ihrer Raumerfüllung oder ihrem Volumen nach. Diese letztere Methode erweist sich aber nur bei den gasförmigen Substanzen als brauchbar; bei festen und flüssigen ist es zweckmäßiger, die Menge mittels der Wage zu bestimmen. Als Einheit der Volumenmessung benutzen wir das Liter oder seinen tausendsten Teil, das ccm. Da die Verhältnisse bei den Gasen für den weiteren Ausbau unserer Kenntnisse grundlegend sind und sich besonders einfach gestalten, so wollen

wir die Grundgesetze der chemischen Wissenschaft aus den Erscheinungen, die wir an Gasen beobachten, ableiten. Wir gehen von dem bereits geschilderten Versuch der Wasserzersetzung aus. Vermöge einer etwas anderen Anordnung des Versuchs gelingt es uns, die Elemente, aus denen das Wasser besteht und in die es zerfällt, getrennt aufzufangen. Die Einrichtung ist aus der nebenstehenden Figur, Fig. 6, kenntlich. Die beiden Metallbleche, an denen die Gasentwicklung bei der Wasserzersetzung auftritt, sind in die beiden Schenkel eines U förmigen Glases eingeschmolzen, so daß das an dem einen Metall auftretende Gas in dem einen Schenkel, das an dem andern auftretende, sich in dem zweiten sammeln muß. Dabei beobachten wir, daß die Gasmenge in dem einen Schenkel immer genau doppelt so groß ist, wie in dem anderen, und wie lange wir auch den Versuch fortsetzen, dieses Verhältnis wird nie gestört. Untersucht man jedes der beiden Gase für sich, so findet man, daß das Gas, das in der geringeren Menge entsteht, die Eigenschaft hat, am erhitzten Quecksilber die rote Substanz, die wir bei dem geschilderten Versuche benutzten, zu erzeugen, und daß metallisches Eisen durch dasselbe zum Rosten gebracht werden kann, während das andere Gas keine dieser Eigenschaften besitzt, sich aber von dem ersten Gas durch seine Brennbarkeit an der Luft unterscheidet. Ohne auf weitere Eigenschaften der beiden Gase einzugehen, wollen wir sie bezeichnen, und zwar nennen wir das zuletzt erwähnte Gas Wasserstoff, das erste Sauerstoff. Der Sauerstoff muß also ein Bestandteil der Luft sein, da wir schon eine Reihe Reaktionen kennen gelernt haben, die seine Gegenwart in der Luft beweisen.

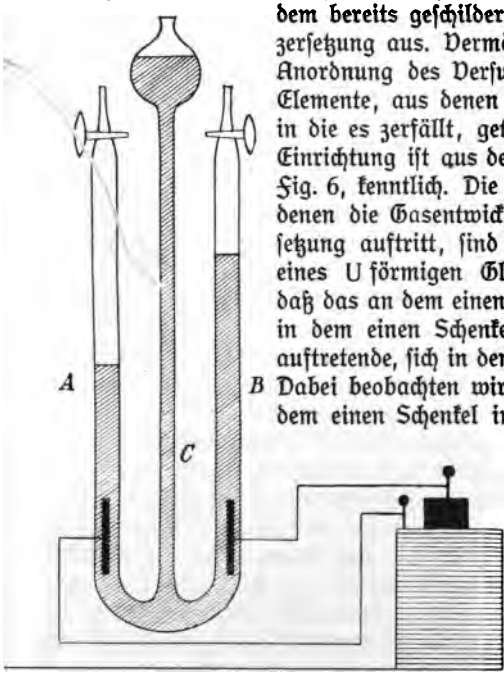


Fig. 6. Elektrolyse des Wassers.

Aus unserem Versuche können wir folgenden wichtigen Schluß ziehen: Das Wasser ist so zusammengesetzt, daß sich immer zwei

Raumteile Wasserstoff mit einem Raumteil Sauerstoff verbinden; denn in diesem Verhältnis treten die Zersetzungsprodukte des Wassers bei der Spaltung auf, und wie der Versuch mit dem elektrischen Funken gezeigt hat, verschwindet das Gasgemisch wieder vollständig, wenn es die beiden Bestandteile in dem angegebenen Verhältnis enthält. Für Wasserstoff, der den lateinischen Namen Hydrogenium besitzt, wählt man als Abkürzung den Buchstaben H, für Sauerstoff, Oxygenium, den Buchstaben O. Wollen wir also durch diese beiden Zeichen die Zusammensetzung des Wassers so ausdrücken, daß die Raumteile der beiden Elemente unmittelbar angegeben sind, so ist die Bezeichnung oder Formel für das Wasser $2H + 1O$, oder wie man kürzer schreibt, H_2O. Damit hätten wir die erste chemische Formel aus dem Versuche abgeleitet.

Wenn wir bisher auch nur die Raumteile der beiden Gase berücksichtigt haben, so besitzen sie beide natürlich auch ein bestimmtes Gewicht, und da das Wasser nach festen Raumverhältnissen der Elemente aufgebaut ist, so müssen denselben auch bestimmte Gewichtsverhältnisse, in denen die beiden Gase sich miteinander verbinden, entsprechen. Es handelt sich also darum, festzustellen, wie sich das Gewicht von zwei Raumteilen Wasserstoff zu dem eines Raumteils Sauerstoff verhält. Um diese Werte zu ermitteln, benutzen wir die Wage und bestimmen mit ihrer Hilfe in einem vorher vollkommen luftleer gemachten Glasgefäß, dessen Gewicht wir feststellen, zuerst das Gewicht des Wasserstoffs, das bei bestimmten Bedingungen des Druckes und der Temperatur das Glasgefäß ausfüllt, und dann in gleicher Weise unter gleichen Bedingungen das des Sauerstoffs. Wir wissen durch diese Wägungen, in welchem Verhältnis die Gewichte gleicher Raumteile Sauerstoff und Wasserstoff zueinander stehen. Das Resultat ist, daß der Sauerstoff 16 mal so schwer ist wie der Wasserstoff, d. h. wenn wir als Gewicht des Wasserstoffs in dem Glasgefäß 0,01 g gefunden haben, so ist das des Sauerstoffs 0,16 g. Im Wasser hatten wir nun gefunden, daß zwei Raumteile Wasserstoff sich mit einem Raumteil Sauerstoff vereinigen, mithin stehen die Gewichtsmengen der beiden Elemente in dem Verhältnis wie 2×1 zu 16, d. h. wie 1 : 8. Im Wasser sind also zwei Raumteile Wasserstoff mit einem Raumteil Sauerstoff, oder ein Gewichtsteil Wasserstoff mit acht Gewichtsteilen Sauerstoff verbunden.

Wir gehen nunmehr zu einem zweiten Versuch über. Eine all-

gemein bekannte Flüssigkeit ist die Salzsäure, d. h. die Bezeichnung Flüssigkeit trifft eigentlich hier nicht zu. Die Salzsäure ist ein Gas, das sich ungemein leicht in Wasser löst, und die bekannte flüssige Salzsäure ist nichts weiter als eine Lösung dieses Gases in Wasser. Mit dieser Flüssigkeit wollen wir den Versuch wiederholen, den wir mit dem Wasser selbst angestellt haben, als wir die beiden es bildenden Elemente getrennt auffingen. Auch die Salzsäure wollen wir in dem Zweischenkelapparat elektrisch zersetzen. Wir beobachten abermals an beiden Metallblechen Gasentwicklung, aber diesmal sind die Raumteile oder Volumina der sich in den beiden Schenkeln entwickelnden Gase immer gleich, wie lange wir auch den Versuch fortsetzen. Bei der Untersuchung der beiden Zersetzungsgase erkennen wir an der Brennbarkeit alsbald in dem einen den Wasserstoff wieder, während das andere Gas von gelbgrüner Färbung und einem unerträglichen Geruch als Chlor bezeichnet wird. Die genaue Untersuchung zeigt, daß auch dieses Gas ein Element ist. Wir können die beiden Elemente freilich nur unter großen Vorsichtsmaßregeln direkt wieder zu Salzsäure vereinigen. Es genügt, sie zu mischen und dem Lichte auszusetzen. Wenn wir diesen Versuch wie bei der beschriebenen Wasserbildung über trocknem Quecksilber ausführen, so erhalten wir die reine gasförmige Salzsäure und können auf diese Weise auch erfahren, wie sich die Raumteile der entstehenden Verbindung zu den angewandten Raumteilen der Elemente Wasserstoff und Chlor verhalten. Für Chlor gebraucht man die Abkürzung Cl. Die Formel für die Salzsäure, die aus den Volumverhältnissen abgeleitet ist, lautet nach dem Ergebnis des Versuchs: ein Volumteil Wasserstoff + ein Volumteil Chlor, oder 1 H + 1 Cl = HCl. Wie wir bei der Wasserformel gesehen haben, steckt aber in diesem Ausdruck noch mehr als nur die Raumverhältnisse, wenn man gleichzeitig die Gewichtsverhältnisse berücksichtigt. Um dieselben für die Salzsäure festzustellen, bestimmen wir in dem schon benutzten Glasgefäß nunmehr das Gewicht des das Glasgefäß erfüllenden Chlors unter denselben Bedingungen des Druckes und der Temperatur, die bei der Bestimmung des Wasserstoffgewichts angewandt wurden. Wir finden, daß das Chlor 35, 45 mal so schwer ist als der gleiche Raumteil Wasserstoff, und wenn wir uns diese Zahl merken, so können wir aus der Formel HCl, ebenso wie aus der Formel H_2O, außer den Volumverhältnissen die Gewichtsverhältnisse direkt ablesen.

Bei der Prüfung aller gasförmigen Elemente stellte sich her-

aus, daß der Wasserstoff das bei weitem leichteste Element ist. Wir können deshalb das Gewicht eines bestimmten Volumens Wasserstoff willkürlich als Maßstab wählen, um durch es die Gewichte der anderen Gase auszudrücken, ebenso wie man die Längen durch das Meter mißt. Gibt man dem Wasserstoff das Gewicht 1, so findet man also für den Sauerstoff das Gewicht 16, d. h. jeder Raumteil Sauerstoff ist 16 mal so schwer als ein gleicher Raumteil Wasserstoff.

Unter den gasförmigen Substanzen befindet sich eine Reihe bekannter Stoffe, der Stickstoff, der $^4/_5$ Volumteile der Atmosphäre ausmacht, die Kohlensäure, das Ammoniakgas, das als Nebenprodukt der Leuchtgasfabrikation gewonnen wird, und viele andere. Für sie alle können wir das Gewicht, bezogen auf Wasserstoff = 1, leicht ermitteln. So finden wir für den Stickstoff die Zahl 14, für die Kohlensäure die Zahl 22, für das Ammoniak die Zahl 8,5. Die Zahlen bedeuten immer, um wievielmal ein Volumen der betreffenden Gase schwerer ist, als das gleiche Volumen Wasserstoff unter den gleichen Bedingungen des Druckes und der Temperatur.

Kehren wir nunmehr zu dem Versuch mit der Salzsäure zurück, und zwar zur Erzeugung der gasförmigen Salzsäure über Quecksilber aus den Elementen, die in gleichen Raumteilen miteinander gemischt zur Anwendung gelangen. Wir bemerken das Ende der Reaktion in diesem Falle nur daran, daß die gelbgrüne Farbe des Chlors verschwunden ist, und daß, wenn wir etwas Wasser über das Quecksilber bringen, das genannte Gas von dem Wasser gelöst wird, denn die Salzsäure ist im Gegensatz zu Wasserstoff und Chlor im Wasser sehr leicht löslich. Das Volumen aber der aus den Elementen sich bildenden gasförmigen Salzsäure gibt kein Zeichen für den Eintritt der Reaktion; es ist in der Verbindung genau dasselbe geblieben, welches die beiden getrennten Elemente in der Mischung beansprucht haben. Wenn wir diesen Vorgang formulieren, so müssen wir schreiben: 1 Volumen Wasserstoff + 1 Volumen Chlor (zusammen 2 Volumina) = 2 Volumina Salzsäure oder in den Abkürzungen: $H + Cl = 2HCl$. Wir werden später sehen, daß diese Formel ungeeignet ist; für jetzt möge sie gelten.

Gewichtsverhältnisse bei Reaktionen.

Wir wenden uns jetzt anderen Betrachtungen zu. Bei der Bildung des Wassers aus Wasserstoff und Sauerstoff, bei der Entstehung

der Salzsäure aus Wasserstoff und Chlor, waren die beiden Elemente, welche die Verbindung bilden, und in welche die Verbindung zerlegt worden war, wieder vollständig zusammengetreten. Es ist also selbstverständlich, daß bei diesem Prozeß keine Gewichtsabnahme stattgefunden hat, sondern daß das Gewicht des resultierenden Wassers gleich der Summe der Gewichte des angewandten Wasserstoffs und Sauerstoffs sein muß, und ebenso muß das Gewicht der Salzsäure der Summe der Gewichte des Wasserstoffs und Chlors gleich sein. Wenn wir mit der Wage den Vorgang der Verbindung zwischen Quecksilber und Sauerstoff verfolgen, so beobachten wir, daß durch die Aufnahme des Sauerstoffs das Quecksilber schwerer wird, und ebenso verhält es sich mit dem Eisen, wenn es Sauerstoff aufnimmt. Umgekehrt, wenn wir die Verbindung zwischen Quecksilber und Sauerstoff durch die Hitze wieder in den gasförmigen Sauerstoff und das metallische Quecksilber zerlegen, nimmt das Gewicht des roten Pulvers bei dieser Umwandlung ab, und es resultiert das ursprüngliche Gewicht des Quecksilbers.

Diese Erfahrungen können wir verallgemeinern. Welche Umwandlungen chemischer Art sich auch in der Natur oder durch künstliche Hilfsmittel vollziehen, niemals wird das Gewicht der bei diesen Umwandlungen beteiligten Stoffe verändert; es addiert sich bei der Entstehung von Verbindungen aus den Gewichten der diese bildenden Elemente, und es wird bei der Spaltung von Verbindungen wieder so geteilt, daß auf jedes Element ein bestimmtes Gewicht kommt, deren Summe immer gleich dem Gewicht der Verbindung bleibt. Mit anderen Worten: durch die chemische Reaktion wird kein Stoff geschaffen und kein Stoff vernichtet, es werden nur die Formen, in denen die Stoffe vorkommen, verändert. Die chemischen Veränderungsmöglichkeiten bestehen lediglich in der Vereinigung vorher getrennter und in der Trennung vorher vereinigter Stoffe. Man bezeichnet diese Tatsache als *das Gesetz von der Erhaltung des Stoffes*, welches grundlegend für die ganze Chemie ist, und von dem berühmten französischen Chemiker *Lavoisier* zuerst mit der Wage bewiesen wurde. Die weitgehende Veränderung der Eigenschaften, welche die chemischen Prozesse zu begleiten pflegen, machen die Erkenntnis dieses Gesetzes nicht gerade leicht. Wenn wir sehen, daß das Wasser bei seiner Zerlegung in Gase übergeht und sich gleichsam verflüchtigt, so gehört erst die eingehende wissenschaftliche Untersuchung dazu, um festzustellen, daß die Summe der beiden aus dem Wasser entstehenden Gase

tatsächlich gleich dem Gewicht des zersetzten Wassers ist. Wenn die schwarze Kohle verbrennt, so verbindet sie sich, ähnlich, wie wir das bei dem Eisen und Quecksilber schon kennen gelernt haben, mit dem Sauerstoff der Luft zu einer neuen Verbindung, der Kohlensäure. Diese Kohlensäure ist ein farbloses Gas, das in die Atmosphäre entweicht. Wir haben den unmittelbaren Eindruck, als verflüchtige sich die schwarze Kohle in der Form eines leichteren Stoffes, eines Gases. Das ist auch der Fall; aber wenn wir etwa die gesamte Kohlensäuremenge, die durch die Verbrennung von einem Kilo Kohle entsteht, auffangen und wiegen würden, so wäre das Resultat doch, daß das Gewicht der entstehenden Kohlensäure gleich dem Gewicht des einen Kilo Kohle vermehrt um das Gewicht des mit der Kohle verbundenen Sauerstoffs ist und über $3^1/_2$ kg beträgt.

Da wir die Verbindungen wieder in die Elemente spalten können, aus denen sie entstanden sind, so liegt in dem Gesetz von der Erhaltung des Stoffes noch ein weiterer Sinn. Der Stoff ist unzerstörbar; auch in dem Sinne, daß wir die Eigenschaften der Stoffe immer wieder herstellen können, dadurch, daß wir die entstehenden Verbindungen wieder in die Ausgangsprodukte zerlegen. Diese Gesetzmäßigkeit findet, wie schon angedeutet worden ist, in der chemischen Formelsprache ihren Ausdruck. Hatten wir zuerst die Formeln nur in bezug auf die von den Gasen eingenommenen Räume abgeleitet, so sahen wir, daß wir durch den Vergleich der Gewichte gleicher Raumteile verschiedener Gase, bezogen auf denselben Raumteil Wasserstoff, die Gewichtsverhältnisse gleichfalls mit in die Formelsprache hineinziehen können. Es ist selbstverständlich, daß das Gesetz von der Erhaltung des Stoffes dann gleichzeitig aus den Formeln herausgelesen werden muß. Schreiben wir z. B. $2H + O = H_2O$, d. h. 2 Volumina Wasserstoff und ein Volumen Sauerstoff verbinden sich zu Wasser, so können wir die Formel in folgender Weise ergänzen. 2 Gewichtsteile Wasserstoff + 16 Gewichtsteile Sauerstoff = 18 Gewichtsteile Wasser; denn der Sauerstoff ist ja 16 mal so schwer wie ein gleiches Volumen Wasserstoff; das entstehende Wasser muß aber unbedingt das Gewicht der beiden es bildenden Elemente haben. In gleicher Weise entnehmen wir der Formel $H + Cl = HCl$ nicht nur, daß ein Volumen Wasserstoff sich mit einem Volumen Chlor vereinigt, sondern auch, daß ein Gewichtsteil Wasserstoff mit 35,45 Gewichtsteilen Chlor — denn um soviel mal ist Chlor schwerer als ein gleiches Volumen Wasserstoff — sich zu 36,45 Gewichtsteilen Salzsäure verbindet.

Die Gesetze der einfachen und multiplen Proportionen.

Im Wasser sind zwei Volumina Wasserstoff mit einem Volumen Sauerstoff in Reaktion getreten, in der Salzsäure hat sich ein Volumen Wasserstoff mit einem Volumen Chlor verbunden. An diesen Tatsachen ist das Überraschende, daß die Volumverhältnisse der einzelnen Elemente sowohl bei der Wasser- wie bei der Salzsäurebildung in einem äußerst einfachen Zahlenverhältnis zueinander stehen. Im Wasser verhält sich das Volumen des Wasserstoffs zu dem des Sauerstoffs wie 2 : 1, in der Salzsäure das des Wasserstoffs zu dem des Chlors wie 1 : 1. Die Einfachheit dieser Beziehungen wird noch deutlicher, wenn wir die Volumina der entstehenden Produkte dabei gleichzeitig berücksichtigen. Zu dem Zweck müssen wir dafür sorgen, daß die sich bildenden Verbindungen sich gleichfalls im gasförmigen Zustande befinden. Für die Salzsäure gelingt das, indem wir die Vereinigung der Elemente über trockenem Quecksilber eintreten lassen, wie es in dem geschilderten Versuch geschehen ist. Für Wasser aber müssen wir den Versuch bei einer Temperatur sich abspielen lassen, bei der das Wasser als Gas existiert, d. h. bei oder oberhalb 100^0 Celsius. Dann entsteht das Wasser als Wasserdampf, also als ein gasförmiger Körper. Das Resultat derartiger Versuche ist das folgende: Aus einem Volumen Wasserstoff und einem Volumen Chlor entstehen 2 Volumina Salzsäure. Aus 2 Volumen Wasserstoff und einem Volumen Sauerstoff entstehen genau 2 Volumina Wasserdampf, die Volumina bei gleichen Temperaturen und Drucken gemessen. Wir finden nicht nur die Volumina der in Reaktion tretenden Gase in einfachem Zahlenverhältnis zueinander, sondern das Verhältnis der Volumina der in Reaktion tretenden Gase zu dem Volumen der entstehenden Verbindung ist gleichfalls durch ein sehr einfaches ganzzahliges Verhältnis ausdrückbar. Die Tatsache besteht bei allen zwischen Gasen sich abspielenden Reaktionen in gleicher Weise. In allgemeiner Form hat sie der französische Chemiker Gay-Lussac als Gesetz zusammengefaßt: Von Gasen, die sich miteinander verbinden, treten stets in einfachem rationalem Zahlenverhältnis stehende Volumina in Reaktion. Das Volumen des hierbei entstehenden Stoffes, wenn dieser gasförmig ist, steht zu dem Volumen der ursprünglichen Gase ebenfalls in einem rationalen oder ganzzahligen Verhältnisse.

Es ist nun die Frage, ob ein gleich einfaches Gesetz sich wiederfindet, wenn wir anstatt der Volumina die Gewichte der an einem Umsatz beteiligten Stoffe untersuchen. Ohne weiteres ist ersichtlich, daß ein solches Gesetz von noch größerer Bedeutung für die Chemie sein muß, weil durchaus nicht alle Stoffe vergasbar sind, wohl aber alle Stoffe gewogen werden können, so daß ein auf die Gewichtsverhältnisse sich beziehendes Gesetz ganz allgemeine Geltung beanspruchen darf. In der Tat existiert ein solches Gesetz, welches man als das Gesetz der konstanten Proportionen bezeichnet. Es lautet: Die Elemente vereinigen sich zu Verbindungen, nicht in beliebigen, sondern nur in ganz bestimmten unabänderlichen Gewichtsverhältnissen, so z. B. besteht die Salzsäure immer aus 1 Gewichtsteil Wasserstoff und 35,45 Gewichtsteilen Chlor, gleichgültig woher die Salzsäure stammt, und wieviel Wasserstoff oder Chlor man bei der Reaktion angewandt hat. Dasjenige Element, das bei der Reaktion in einer die angegebenen Gewichtsverhältnisse übersteigenden Menge zugegen war, bleibt eben als freies Element unbenutzt übrig. So besteht das Wasser immer aus 2 Gewichtsteilen Wasserstoff und 16 Gewichtsteilen Sauerstoff. Das gewöhnliche Kochsalz, eine Verbindung zwischen dem metallischen Element Natrium und Chlor, enthält immer genau 23 Gewichtsteile Natrium auf 35,45 Gewichtsteile Chlor. Die Konstanz dieser Gewichtsverhältnisse unterscheidet eine chemische Verbindung von einem physikalischen Gemenge. Als wir bei dem erstbeschriebenen Versuch Eisenpulver mit Schwefel zusammenrieben, konnte die physikalische Mischung natürlich mit jeder beliebigen Menge der beiden Substanzen ausgeführt werden, sobald aber durch die chemische Reaktion sich das Schwefeleisen bildete, fand die Vereinigung in der Art statt, daß 32 Gewichtsteile Schwefel mit 55,8 Gewichtsteilen Eisen zusammentraten. War eins der Elemente in größerer Menge vorhanden, so blieb es unverbunden übrig. Immer ist das Gewichtsverhältnis zwischen Schwefel und Eisen im Schwefeleisen dasselbe, gleichgültig ob wir ihn auf irgend welche Weise herstellen oder in der Natur als Eisenkies gewinnen.

Wie schon erwähnt, ist der Wasserstoff das leichteste aller Elemente, aus welchem Grunde man die Gewichte aller übrigen Elemente auf das des Wasserstoffs beziehen kann. Da nun sehr viele Elemente sich direkt mit dem Wasserstoff verbinden, so können wir das Gewicht des Elements angeben, welches gerade mit einem Gewichtsteil Wasserstoff in Verbindung tritt. Wir sahen z. B., daß in

der Salzsäure auf ein Gewichtsteil Wasserstoff 35,45 Gewichtsteile Chlor kommen, daß im Wasser 8 Gewichtsteile Sauerstoff mit einem Gewichtsteil Wasser vereint sind; wir finden in einer andern gasförmigen Verbindung zwischen Stickstoff und Wasserstoff, dem Ammoniak, daß mit einem Gewichtsteil Wasserstoff 4,67 Gewichtsteile Stickstoff verbunden sind, und diese Gewichtsverhältnisse, bezogen auf den Wasserstoff, bleiben nach dem oben ausgesprochenen Gesetze immer dieselben. Man nennt die Zahlen, welche angeben, wieviel Gewichtsteile eines Elements mit einem Gewichtsteil Wasserstoff sich vereinigen können, das Verbindungsgewicht oder Äquivalentgewicht des Elementes, bezogen auf den Wasserstoff.

Wir wollen diese Beziehungen, um ein weiteres Gesetz abzuleiten, an einem bestimmten experimentellen Fall durchführen. Der eben erwähnte Stickstoff, eins der in unserer Atmosphäre vorkommenden Elemente, vereinigt sich leicht mit Sauerstoff. Es entsteht aber bei der chemischen Reaktion zwischen Stickstoff und Sauerstoff eine ganze Reihe von Verbindungen. Wir kennen ein Gas, das, als Stickstoffoxydul bezeichnet, 28 Gewichtsteile Stickstoff auf 16 Gewichtsteile Sauerstoff enthält, ein andres Gas, das Stickstoffoxyd, das nur 14 Teile Stickstoff auf 16 Teile Sauerstoff enthält, ein drittes schließlich, das nur 7 Teile Stickstoff auf 16 Teile Sauerstoff enthält. Die Zahl 16 ist für den Sauerstoff deshalb gewählt, weil wir gefunden hatten, daß ein Volumen Sauerstoff 16 mal so schwer ist wie ein Volumen Wasserstoff, und wir diese Zahlenbeziehung auf die Volumeinheit Wasserstoff beibehalten wollen. Wenn wir nun außer den Gewichtsverhältnissen bei den oben angegebenen Verbindungen zwischen Stickstoff und Sauerstoff auch die Volumverhältnisse berücksichtigen, so finden wir in der ersten Verbindung, daß zwei Volumina Stickstoff mit einem Volumen Sauerstoff reagieren, in der zweiten, daß ein Volumen Sauerstoff mit einem Volumen Stickstoff, in der dritten, daß ein Volumen Stickstoff mit zwei Volumina Sauerstoff in Wechselwirkung treten. Führen wir für Stickstoff, Nitrogenium, das chemische Formelzeichen N ein, so können wir die Umsatzgleichungen in folgender Weise schreiben:

		Gewicht N auf 16 Gewichtsteile O.
I.	$N_2 + O = N_2O$	Stickstoffoxydul . . . . . $2 \times 14 = 28$.
II.	$N + O = NO$	Stickstoffoxyd . . . . . $1 \times 14 = 14$.
III.	$N + O_2 = NO_2$	Stickstoffdioxyd . . . . . $\frac{1}{2} \times 14 = 7$.

Selbstverständlich stehen auch die Volumina der resultierenden Verbindungen nach dem Gay-Lussac'schen eben angeführten Volum-

gesetz in einem einfachen Zahlenverhältnis zu den Volumina der Ausgangsmaterialien. Jedoch wollen wir uns diesem Punkte jetzt nicht zuwenden, sondern unsere Aufmerksamkeit auf die eigentümlichen Gewichtsverhältnisse, die eben angegeben sind, lenken. Wir finden aus diesen Zahlen, daß ein Element sich mit einem andern in mehreren Verhältnissen verbinden kann. Das Gesetz der konstanten Proportionen bedarf also für solche Elemente einer Erweiterung. Durchaus nicht alle Elemente haben diese Fähigkeit, aber wenn sie vorhanden ist, so finden wir stets die in den oben mitgeteilten Zahlen hervortretenden Eigenschaft wieder, daß die Mengenverhältnisse, in denen sich ein Element mit einem andern verbinden kann, durch einfache Zahlen ausdrückbar sind. Man nennt dieses Gesetz das der multiplen Proportionen. Es ist von dem englischen Chemiker Dalton entdeckt worden und lautet in der üblichen Fassung: Kann sich ein Gewichtsteil eines Elementes mit verschiedenen Mengen eines zweiten verbinden, so stehen diese Gewichtsmengen im Verhältnis einfacher ganzer Zahlen.

Zweites Kapitel.

Die Molekularanschauung.

Atome und Moleküle.

Um den aufgefundenen chemischen Tatsachen das Überraschende zu nehmen, sie auf bekannte Verhältnisse zurückzuführen, sie zu erklären, wie man sagt, ist man in der Chemie dazu gelangt, sich von den Stoffen, die man in ihrer Gesamtheit als Materie bezeichnet, eine bestimmte Vorstellung zu machen. Diese Vorstellung ist die folgende: Man nimmt an, daß die Materie nicht eine zusammenhängende oder kontinuierliche Raumerfüllung besitzt, sondern aus getrennten kleinen Masseteilchen besteht, zwischen denen sich Zwischenräume befinden. Daß der Augenschein eine solche Form der Materie nicht verrät, liegt an der Kleinheit der Masseteilchen und an der Kleinheit der Zwischenräume.

Wir haben gesehen, daß sich die Verbindungen in Elemente zerlegen lassen, die selbst nicht weiter spaltbar erscheinen. Wir wissen ferner, daß wir irgend einen Stoff, etwa Gold oder Eisen, in so viel und so kleine Teile zerlegen können, als es die Technik überhaupt nur gestattet, und daß wir an diesen kleinen Teilen immer alle

Eigenschaften wiederfinden, welche die ungeteilte Masse selbst besitzt. Das führt zu der Folgerung, daß selbst die kleinsten Teilchen bereits mit allen Eigenschaften begabt sind, die auch die großen besitzen. Es kommt nun darauf an, sich eine bestimmte Vorstellung über diese kleinsten Teilchen zu bilden, so daß gleichzeitig die Summe aller kleinen Teile uns den noch ungeteilten Stoff veranschaulicht. Wenn wir auch in Gedanken die Teilung eines Stoffes beliebig weit fortsetzen können, so ist das in der Praxis doch nicht der Fall. Auch für die chemische Wissenschaft hat sich ergeben, daß eine unendliche Teilbarkeit nicht im Stande ist, zu einer Klarlegung der Verhältnisse beizutragen. Wir müssen eine Teilbarkeit bis zu einer gewissen Grenze annehmen und sagen, daß eine weitere Teilbarkeit dieser kleinsten Teile nicht möglich ist, jedenfalls nicht möglich, ohne daß sich die Eigenschaften, die wir an der Masse beobachtet haben, vollständig ändern. Diese letzten, chemisch und physikalisch nicht weiter teilbaren Teilchen nennt man die Atome (aus dem Griechischen: unteilbar). Es ist klar, daß wir nur bei Elementen von Atomen reden können, weil ja jede Verbindung verschiedene Elemente enthält, also chemisch noch weiter teilbar ist. Von diesen Atomen nehmen wir an, daß sie für jedes Element eine bestimmte Größe und eine bestimmte Masse besitzen, daß aber die Atome eines jeden Elements selbst untereinander vollkommen gleich sind. Wenn nun zwei Atome zweier verschiedener Elemente mit einander in chemische Verbindung treten, so entsteht der kleinste Teil einer Verbindung, ein Molekül, und man macht nun die ähnliche Annahme, daß die Moleküle einer Verbindung untereinander alle gleich sind, sich von den Molekülen anderer Verbindungen aber unterscheiden. Es ist nun auch der Fall denkbar, daß zwei Atome eines Elements miteinander sich chemisch verbinden, dann entsteht ein Molekül des Elements. Eine größere Anzahl von Beobachtungen hat es uns nun nahe gelegt, anzunehmen, wie wir gleich noch genauer sehen werden, daß auch die kleinsten Teilchen der meisten Elemente nicht Atome, sondern Moleküle sind, daß also auch in den Elementen die Atome chemisch miteinander verbunden sind. Der einfachste Fall ist der, daß ein Molekül aus zwei Atomen besteht. Wir kennen aber Stoffe, deren Moleküle aus einer weit größeren Anzahl von Atomen gebildet sind.

Die Avogadrosche Hypothese.

Wir wollen im folgenden der Einfachheit halber von den Atomen zunächst absehen und die Annahme machen, daß die Stoffe aus

Molekülen aufgebaut sind, zwischen denen sich die Zwischenräume befinden. Die Wissenschaft hat die Aufgabe, nicht nur die Beobachtungen zu machen und zu ordnen, sie in Zusammenhänge zu bringen oder zu erklären, sondern auch vor allem ihre Beschreibung zu vereinfachen. Deshalb ist jede Annahme oder Hypothese, welche, ohne mit den Tatsachen in Widerspruch zu geraten, in möglichst einfacher Weise Gesetze und Erfahrungen darzustellen gestattet, eine große Bereicherung und Erleichterung der Wissenschaft und ein wertvolles Hilfsmittel für die Forschungen. Eine solche Hypothese ist von dem italienischen Physiker Avogadro zu Anfang des vorigen Jahrhunderts für den gasförmigen Aggregatzustand aufgestellt worden, eine Hypothese, die eine Grundlage für die ganze theoretische Chemie geworden ist. Sie lautet: Unter gleichen Bedingungen des Druckes und der Temperatur sind in gleichen Volumina aller Gase, unabhängig von ihrer chemischen Natur, stets gleich viele Moleküle. Ein Liter Sauerstoff enthält also ebensoviel Sauerstoffmoleküle, wie ein Liter Wasserstoff Wasserstoffmoleküle, ein Liter Luft Luftmoleküle usw.

Atomgewichte und Molekulargewichte.

Aus der Avogadroschen Annahme läßt sich direkt ein wichtiger Schluß ziehen. Wir hatten gesehen, daß ein Liter Sauerstoff 16 mal so schwer ist, wie ein Liter Wasserstoff. Da nach der obigen Hypothese in beiden Gasen gleichviel Moleküle vorhanden sind, so heißt das: auch jedes Molekül Sauerstoff ist 16 mal so schwer, wie jedes Molekül Wasserstoff. Die gleichen Überlegungen führen für den Stickstoff zu der Folgerung, daß jedes Molekül Stickstoff 14 mal so schwer ist wie ein Molekül Wasserstoff, daß ein Molekül Kohlensäure 22 mal ein Molekül Wasserstoff an Gewicht übertrifft. Ein Molekül besteht aus wenigstens 2 Atomen. Diese einfachste Annahme wollen wir für die elementaren Gase machen, so daß, wenn H ein Atom Wasserstoff bedeutet, das in dem Gase wirklich bestehende Molekül das Zeichen H_2 erhält. Ebenso wählen wir für Sauerstoff- und Stickstoff-Moleküle die Zeichen O_2 und N_2.

Wir wollen wieder das Gewicht eines Atoms Wasserstoff mit 1 bezeichnen und dabei die Frage ganz offen lassen, wie und ob wir das Gewicht eines Atoms bestimmen können, da es sich ja zunächst lediglich um Annahmen handelt. Dann ist das Gewicht des Moleküls Wasserstoff $H_2 = 2$, das Gewicht eines Atoms Sauerstoff $O = 16$, eines Moleküls Sauerstoff $O_2 = 32$, eines Atoms Stickstoff $N = 14$,

eines Moleküls Stickstoff $N_2 = 28$. In dieser Weise lassen sich 2 Tabellen herstellen, welche die relativen Gewichte der Atome oder der Moleküle der Elemente wiedergeben. Jene bezeichnet man als die Atomgewichte, diese als die Molekulargewichte. Verbindungen haben natürlich nur Molekulargewichte, da sie freie einzelne Atome nicht enthalten. Es ist gelungen, auch die Atom- und Molekulargewichte der flüssigen und festen Elemente und Verbindungen festzustellen, auf einem Wege, dessen genaue Erörterung uns zu weit führen würde. Er beruht auf der chemischen Analyse einzelner Verbindungen und der Ermittlung desjenigen Gewichts eines Elements, welches in seiner Verbindung mit einem Atom Wasserstoff verbunden ist oder an die Stelle eines Atoms Wasserstoff getreten ist. Da an die Stelle eines Atoms Wasserstoff oder in chemische Bindung mit ihm höchstens ein Atom eines andern Elements treten kann, so läßt sich aus der Gewichtszunahme bei der Entstehung der Verbindung ein Schluß darauf ziehen, um wieviel schwerer das in die Verbindung eintretende Atom sein muß als ein Atom Wasserstoff. Einen physikalischen Weg zur Ermittlung der Atomgewichte der Elemente werden wir bei der Betrachtung des festen Aggregatzustandes noch kennen lernen.

Wir geben hier eine vollständige Atomgewichtstabelle der Elemente, in der zugleich die chemischen Abkürzungen oder Symbole, gebildet aus den Anfangsbuchstaben der lateinischen Namen der Elemente, angeführt sind. Falls sich bei mehreren Elementen der gleiche Anfangsbuchstabe findet, wird zur Vermeidung von Mißverständnissen, ein zweiter, in dem lateinischen Namen des Elements vorkommender Buchstabe dem Anfangsbuchstaben angehängt. Z.B. Kohle = carbo = C, Calcium = Ca, Cadmium = Cd, Caesium = Cs usw. Es ist nach den früheren Ausführungen über H_2O und H Cl ohne weiteres klar, daß die chemischen Symbole nicht nur Abkürzungen sind, sondern auch einen quantitativen Sinn besitzen. Jede Bezeichnung eines Elements durch sein Symbol bedeutet ein Atom des Elements. Durch diese Verabredung ist die chemische Formelsprache eine äußerst bequeme Darstellungsform der Bindungsverhältnisse zwischen den Elementen in den Verbindungen. Wie „H_2 O" angibt, daß im Wasser zwei Atome Wasserstoff mit einem Atom Sauerstoff verbunden sind, so bedeutet NH_3 die Vereinigung von einem Atom Stickstoff mit drei Atomen Wasserstoff, Na_3PO_4 eine Verbindung, in deren Molekül drei Atome Natrium, vier Atome Sauerstoff und ein Atom Phosphor enthalten sind.

Atomgewichtstabelle.

Name	Zeichen	Atomgewicht	Name	Zeichen	Atomgewicht
Silber	Ag	107,9	Stickstoff	N	14,0
Aluminium	Al	27,1	Natrium	Na	23,0
Argon	Ar	39,9	Niobium	Nb	93,5
Arsen	As	75,0	Neodymium	Nd	144,3
Gold	Au	197,2	Neon	Ne	20
Bor	B	11,0	Nickel	Ni	58,7
Barium	Ba	137,4	Sauerstoff	O	16,0
Beryllium	Be	9,1	Osmium	Os	190,9
Wismut	Bi	208,0	Phosphor	P	31,0
Brom	Br	79,9	Blei	Pb	207,1
Kohlenstoff	C	12,0	Palladium	Pd	106,7
Kalzium	Ca	40,1	Praseodymium	Pr	140,6
Kadmium	Cd	112,4	Platin	Pt	195,0
Zerium	Ce	140,2	Radium	Ra	226,4
Chlor	Cl	35,5	Rubidium	Rb	85,4
Kobalt	Co	59,0	Rhodium	Rh	102,9
Chrom	Cr	52,1	Ruthenium	Ru	101,7
Zaesium	Cs	132,8	Schwefel	S	32,1
Kupfer	Cu	63,6	Antimon	Sb	120,2
Dysprosium	Dy	162,5	Skandium	Sc	44,1
Erbium	Er	167,4	Selen	Se	79,2
Europium	Eu	152,0	Silizium	Si	28,3
Fluor	F	19,0	Samarium	Sm	150,4
Eisen	Fe	55,8	Zinn	Sn	119,0
Gallium	Ga	69,9	Strontium	Sr	87,6
Gadolinium	Gd	157,3	Tantal	Ta	181,0
Germanium	Ge	72,5	Terbium	Tb	159,2
Wasserstoff	H	1,0	Tellur	Te	127,5
Helium	He	4,0	Thorium	Th	232,4
Quecksilber	Hg	200,0	Titan	Ti	48,1
Indium	In	114,8	Thallium	Tl	204,0
Iridium	Ir	193,1	Thulium	Tu	168,5
Jod	J	126,9	Uran	U	238,5
Kalium	K	39,1	Vanadium	V	51,2
Krypton	Kr	81,8	Wolfram	W	184,0
Lanthan	La	139,0	Xenon	X	128
Lithium	Li	7,0	Yttrium	Y	89,0
Lutetium	Lu	174	Ytterbium (Neoytterbium)	Yb	172
Magnesium	Mg	24,3	Zink	Zn	65,4
Mangan	Mn	54,9	Zirkonium	Zr	90,6
Molybdän	Mo	96,0			

Die Kenntnis der Atomgewichte gestattet für Verbindungen von bekannter Zusammensetzung ohne weiteres die Angabe der Mole-

kulargewichte, die, ebenso wie das Molekül aus der Summe der dasselbe bildenden Atome besteht, durch die Summe der in der Verbindung enthaltenen Atomgewichte gegeben sind. So ist das Molekulargewicht des Natriumchlorids Na Cl = 23 + 35.4 = 58.4, das des Eisenoxyds Fe O = 55.8 + 16 = 71.8 usw.

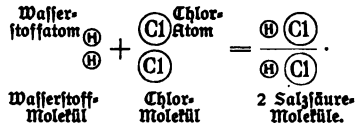
Unter einem Grammatom eines Elements versteht man die durch die Ziffer seines Atomgewichts angegebene Anzahl Gramme; unter einem Grammmolekül oder einem Mol die der Molekulargewichtszahl gleiche Anzahl Gramme.

Es ist natürlich ganz willkürlich, daß wir das leichteste Element, den Wasserstoff, als die Einheit für diese Messungen gewählt haben. Wir hätten jedes andere Element als Einheit benutzen können, auch wenn es nicht den Vorzug hat, das leichteste zu sein. So ist man vielfach dazu übergegangen, die Atom- und Molekulargewichte auf den Sauerstoff mit dem Atomgewicht 16 zu beziehen, da fast alle Elemente sich mit ihm verbinden und die Gewichtsverhältnisse der Sauerstoffverbindungen durch die chemische Analyse sehr gut festgestellt werden können.

Die chemischen Vorgänge im Lichte der Atomtheorie.

Bleiben wir zunächst bei dem gasförmigen Aggregatzustand und sehen wir zu, wie sich mit Hilfe der atomistischen Anschauungen die bisher erörterten Tatsachen und viele neue darstellen und ableiten lassen. Wir haben bis jetzt drei Gesetze kennen gelernt, die hier in Betracht zu ziehen sind: Erstens das Gay-Lussacsche Gesetz über die Volumverhältnisse von Gasen, die miteinander in Reaktion treten, dann die beiden Daltonschen Gesetze der einfachen und multiplen Proportionen. Wir wollen zunächst eine Reaktion, die mehrfach erwähnt worden ist, im Lichte der Atomtheorie betrachten, nämlich die Bildung von gasförmiger Salzsäure aus Wasserstoff und Chlor. Der Versuch hatte gelehrt, daß ein Volumen Wasserstoff und ein Volumen Chlor zwei Volumina Salzsäure bilden. Im Wasserstoff sind die Moleküle H_2, im Chlor Cl_2, in der Salzsäure H Cl. Nach der Avogadroschen Hypothese sind in den gleichen Volumina Wasserstoff und Chlor je gleichviele Moleküle Wasserstoff und Chlor, und, da ein doppelt so großes Volumen Salzsäure resultiert, so muß also die Anzahl der Salzsäure-Moleküle doppelt so groß, wie die der Wasserstoff- oder der Chlormoleküle sein, sie muß gleich der Summe beider sein. Wenn wir die Annahme machen, daß im Wasserstoff

und im Chlor Atome sind, und zwar in jedem gleich viele, sagen wir n Atome, so hätten wir die Gleichung $n\,H + n\,Cl = 2\,n\,H\,Cl$, da ja nach dem Avogadroschen Satz die Anzahl der Moleküle Salzsäure doppelt so groß sein muß, wie die der Wasserstoff- oder Chlorteilchen, gleichgültig ob es sich um Atome oder um Moleküle handelt. Diese Gleichung ist aber unmöglich; denn wenn sich jedes Atom Chlor mit jedem Atom Wasserstoff zur Salzsäure verbindet, so können, da nur n Atome Wasserstoff und n Atome Chlor vorhanden sind, höchstens n H Cl entstehen und nicht 2 n H Cl. Diese Unmöglichkeit ist mit ein Grund dafür, daß man auch für die elementaren Gase die Annahme freier Atome hat fallen lassen und die der Moleküle eingeführt hat. Dann schwinden alle Schwierigkeiten; wir können schreiben: $H_2 + Cl_2 = 2\,H\,Cl$. Jedes Molekül Chlor liefert mit jedem Molekül Wasserstoff 2 Moleküle Salzsäure, so daß, der Avogradroschen Annahme entsprechend, in dem doppelten Volumen Salzsäure doppelt so viel Moleküle enthalten sind, als in jedem der nur halb so großen Wasserstoff- und Chlorvolumina. Wollen wir uns die Atome der Anschaulichkeit halber als kleine Kugeln vorstellen, für die verschiedenen Elemente natürlich von verschiedener Größe und verschiedenen Eigenschaften, so läßt sich der Vorgang auch bildlich klar darstellen:



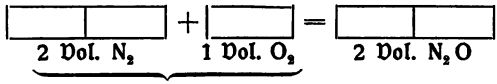
In ähnlicher Weise können wir auch alle andern Reaktionen zwischen Gasen beschreiben.

Nicht nur diese Volumenverhältnisse erhalten durch die Atomtheorie eine einleuchtende Darstellung, sondern auch die eigentümlichen, bei den chemischen Reaktionen beobachteten Gewichtsverhältnisse. Mit einem Atom irgendeines Elementes kann sich ein Atom eines andern Elementes oder zwei Atome oder noch mehrere eines andern Elementes oder mehrerer Elemente chemisch verbinden, immer aber kann das Verhältnis der untereinander sich verbindenden Atome nur ein ganzzahliges sein, da es ja halbe Atome nicht gibt. Entsteht also das Molekül einer Verbindung dadurch, daß eine bestimmte Zahl von Atomen irgendwelcher Elemente miteinander in chemische Bindung treten, so müssen in diesem Molekül die Gewichtsanteile der einzelnen Elemente durch ihre An-

zahl und Atomgewichte bestimmt sein, und, da nun die ganze Verbindung aus lauter gleichartigen Molekülen besteht, so müssen sich in der Gesamtmenge dieselben Gewichtsverhältnisse wiederfinden, die für das eine Molekül gelten. Wir nehmen wieder ein Beispiel, das wir bereits bei der Erörterung des Gesetzes der multiplen Proportionen erwähnten. In der Verbindung N_2O waren zwei Volumina Stickstoff mit einem Volumen Sauerstoff in Reaktion getreten. Die Reaktionsgleichung, wie wir sie unter Annahme der elementaren Moleküle schreiben, lautet:

$$2N_2 + O_2 = 2N_2O.$$

Der Versuch zeigt, daß das Volumen der entstehenden Verbindung des Stickstoffoxyduls ebenso groß ist, wie das des angewandten Stickstoffs, wie aus der Gleichung ja ohne weiteres abzulesen ist, da die Anzahl der Moleküle des Stickstoffoxyduls ebenso groß ist wie die des Stickstoffs. Hat man also die beiden Reaktionsgase, Stickstoff und Sauerstoff, in dem Verhältnis 2 : 1 miteinander gemischt, so verläuft die Reaktion unter Volumenverringerung auf $^2/_3$ des Gesamtvolumens.



Jedes Molekül Stickstoff hat ein bestimmtes Gewicht, ebenso jedes Molekül Sauerstoff. Da in diesem Fall immer zwei Moleküle Stickstoff mit einem Molekül Sauerstoff reagieren, so ist das Gewichtsverhältnis der beiden Elemente in dem resultierenden Molekül Stickstoffoxydul also ein ganz bestimmtes, und da alle Moleküle gleichartig sind, so weist auch die Gesamtheit der Moleküle, d. h. die Verbindung Stickstoffoxydul dasselbe Verhältnis auf. Das ist der Satz der einfachen Proportionen. Nun aber können wir ja auch gleiche Volumina Stickstoff und Sauerstoff in Reaktion treten lassen und erhalten das Stickstoffoxyd. Wir schreiben direkt

$$N_2 + O_2 = 2NO,$$

eine Gleichung, die in ihren Volumverhältnissen mit der für die Salzsäurebildung übereinstimmt. In diesem Fall verbindet sich *ein* Molekül Stickstoff mit einem Molekül Sauerstoff. Wir sehen also, daß einmal *ein* Molekül mit *einem*, dann mit zwei Molekülen eines andern Elementes in Reaktion tritt, und wir können uns vorstellen, daß es auch mit drei oder vier Molekülen eines andern Elementes reagiert. Immer aber muß es zum wenigsten ein ganzes

Molekül sein, das als kleinste reaktionsfähige Masse in die Verbindung eintritt, und da die Moleküle der einzelnen Elemente untereinander gleichartig sind, so verbindet sich ein Molekül eines Elementes entweder mit einem dem Molekül des andern Elementes entsprechenden Gewichte desselben oder mit dem doppelten oder dreifachen usw. Gewichte. Hat also ein Element die Fähigkeit, mit einem andern in verschiedenen Gewichtsverhältnissen zusammenzutreten, so muß man finden, daß diese stets in einem ganzzahligen Verhältnis zueinander stehen.

Drittes Kapitel.

Die Aggregatzustände.

Der gasförmige Aggregatzustand.

Wir haben betont, daß die Volummessungen der Gase stets bei gleichem Druck und gleicher Temperatur ausgeführt werden müssen. Diese Notwendigkeit folgt aus dem physikalischen Verhalten der Gase, dem wir uns jetzt etwas näher zuwenden.

Wenn man irgendein beliebiges Gas in einem abgeschlossenen Raum, an dem ein Manometer zur Messung des vom Gase ausgeübten Druckes angebracht ist, hält und erwärmt, so hat es, wie alle Körper, das Bestreben sich auszudehnen. Da der Ausdehnung in dem starren Gefäß keine Folge gegeben werden kann, so äußert sich die Wirkung der Erwärmung als eine Druckvermehrung, die wir am Manometer ablesen können. Auf diese Weise läßt sich feststellen, in welchem Maße die Temperatur den Druck eines Gases ändert, falls sein Volumen unverändert bleibt. Das Resultat der Messungen ist das folgende: Zeigt das Gas bei 0^0 C den Druck von 1 Atmosphäre an, so steigt derselbe bei Erwärmung um 1^0 C um den 273-ten Teil dieses Druckes, er beträgt also $(1 + {}^1/_{273})$ Atm. Bei einer weiteren Erwärmung auf 2^0 steigt der Druck abermals um den 273-ten Teil einer Atmosphäre und in gleicher Weise für jeden Grad Celsius weiterer Erwärmung. Diese Tatsache läßt sich in ein Gesetz zusammenfassen. Bezeichnen wir mit p_0 den Druck bei 0^0, so ist also bei 1^0 der Druck $p_0 + {}^1/_{273}\, p_0$ und bei einer beliebigen Anzahl Grade t mithin $p_0 + t \times {}^1/_{273}\, p_0$, d. h. in allgemeiner Form lautet das Gesetz:

$$p = p_0 (1 + {}^1/_{273}\, t),$$

wenn wir mit p_t den Druck bei einer Temperatur t^0 bezeichnen und den Faktor p_0 vor die Klammer setzen.

Ein ähnliches Gesetz finden wir, wenn wir während der Erwärmung den Druck unverändert lassen und die Ausdehnung des Gases messen. Zu dem Zweck schließen wir das Gas in ein Gefäß mit einem dicht schließenden, aber leicht verschiebbaren Stempel ein, welcher der Volumänderung keinen beachtenswerten Widerstand entgegensetzt. Wir finden dann, daß für jeden Grad C Erwärmung das Volumen des Gases um den 273-ten Teil des Anfangsvolumens bei 0^0 zunimmt, so daß das Gesetz, das diese Erscheinungen beherrscht, genau dieselbe Form wie das Druckgesetz besitzen muß.

$$v_t = v_0 (1 + {}^1/_{273}\, t),$$

wenn wir mit v_0 das Volumen des Gases bei 0^0 bezeichnen. Diese beiden von Gay-Lussac aufgestellten Gasgesetze lassen sich in eine Form bringen, welche die Abhängigkeit von Druck und Volumen von der Temperatur gleichzeitig zum Ausdruck bringt.

$$p_t v_t = p_0 v_0 (1 + \alpha t).$$

Hierbei bedeuten $p_t v_t$ das Produkt von Druck und Volumen bei der Temperatur t^0, p_0 und v_0 den entsprechenden Wert bei 0^0, $\alpha = {}^1/_{273}$ heißt der Ausdehnungskoeffizient der Gase. Derselbe ist für alle Gase gleich. Diese Gesetze gelten für alle gasförmigen Körper, unabhängig von ihrer chemischen Natur. An Hand dieses Gesetzes ist leicht einzusehen, aus welchen Gründen die physikalischen Bedingungen, unter denen Gase stehen, bei ihrer Messung stets zu berücksichtigen sind.

Das Volumgesetz

$$v_t = v_0 (1 + \alpha t)$$

gestattet noch eine interessante Folgerung. Wenn wir ein Gas sich um 1^0 C abkühlen lassen, so nimmt es entsprechend diesem Gesetze um den 273-ten Teil des Anfangsvolumens ab. Es ist nun klar, daß, wenn wir die Abkühlung bis $-\,273^0$ fortsetzen würden, das Volumen des Gases verschwinden müßte, denn es ist für

$$t = -\,273, \quad v_{-273} = v_0 (1 - {}^1/_{273} \times 273) = 0.$$

Aus diesem Grenzwert hat man eine Temperaturzählung abgeleitet, die man als die absolute Temperaturzählung bezeichnet, und deren Nullpunkt bei $-\,273^0$ C liegt. Das ist die tiefste Temperatur, die theoretisch denkbar ist. Sie steht mit der Zählung in

Celsius-Graden in einer einfachen Beziehung. Die absolute Temperatur ist.

$$T = 273 + t,$$

wenn t Celsius-Grade bedeutet.

Komprimiert man bei gleichbleibender Temperatur ein Gas, so steigt sein Druck und zwar nimmt dieser den doppelten Wert an, wenn das Volumen auf die Hälfte, den dreifachen Wert, wenn es auf den dritten Teil des ursprünglichen gebracht wird. Mit andern Worten: Bei einem Gase sind Druck und Volum einander umgekehrt proportionale Größen. Diese, als das Boyle-Mariottesche Gesetz bekannte Beziehung läßt sich in folgender Weise formulieren. Bezeichnet man mit $p_1 v_1$, $p_2 v_2$, $p_3 v_3$ usw. die für ein Gas zusammengehörenden Drucke und Volumina, so ist

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{v_2}{v_1}, \quad \frac{p_1}{p_3} = \frac{v_3}{v_1}, \quad \frac{p_2}{p_3} = \frac{v_3}{v_2} \text{ usw.}$$

oder

$$p_1 v_1 = p_2 v_2, \quad p_1 v_1 = p_3 v_3, \quad p_2 v_2 = p_3 v_3 \text{ usw.}$$

Man sieht, die Produkte behalten ihren Wert und man kann schreiben:

$$p v = K,$$

wobei K eine Konstante bedeutet.

Kinetische Vorstellungen.

Die Atomhypothese, welche sich zur Darstellung einer Reihe von chemischen Tatsachen als brauchbar erwiesen hat, eignet sich auch zur Ableitung des eben beschriebenen physikalischen Verhaltens der Gase. Die Erscheinung, daß ein Gas einen Druck ausübt, d. h. den von ihm ausgefüllten Raum zu vergrößern strebt, läßt sich unter der Annahme einer atomistischen oder molekularen Struktur der Materie nur in der Weise auffassen, daß wir in die Gasmoleküle selbst die Ursache dieser Erscheinung legen. Eine andere Tatsache gibt unseren Vorstellungen festere Gestalt. Es ist bekannt, daß, wenn man zwei verschiedene Gase, wie etwa Sauerstoff und Wasserstoff vorsichtig übereinander schichtet, so daß der leichte Wasserstoff sich über dem Sauerstoff befindet, nach kurzer Zeit die Mischung der beiden Gase von selbst in vollständiger Weise erfolgt. Der Wasserstoff senkt sich also nach unten,

der Sauerstoff steigt nach oben, entgegen den Wirkungen der Schwerkraft. Es müssen also die Gasmoleküle eine eigene Bewegungsfähigkeit besitzen, und ferner muß der Zwischenraum zwischen den einzelnen Molekülen im Verhältnis zu ihrer Größe so beträchtlich sein, daß die zwischen den Molekülen herrschenden Anziehungskräfte diese Beweglichkeit nicht im nennenswerten Umfange zu hemmen vermögen. Man bezeichnet die selbsttätige Mischung verschiedener Gase als die Diffusion der Gase. Sie ist von ungemeiner Bedeutung für viele Vorgänge, z. B. beruht das Lüften eines Zimmers bei Windstille lediglich auf der sich schnell vollziehenden Diffusion, die zwischen der Außenluft und der Zimmerluft stattfindet und dadurch die schädlichen Bestandteile der verbrauchten Luft schnell entfernt. Die Diffusion legt es uns also nahe, eine Beweglichkeit der Moleküle in Gasen anzunehmen. Wenn nun die Moleküle sich in einem geschlossenen Gefäß bewegen, so müssen sie auch gegen die Wandungen des Gefäßes anprallen. Ist die Wandung starr, so werden die Moleküle wie elastische Billardkugeln zurückgeworfen. Ist sie nachgiebig, dehnbar oder verschiebbar, so tritt eine Volumvergrößerung der Gase ein, und wir konstatieren eine Druckwirkung. Der Druck läßt sich also zurückführen auf Stöße bewegter Moleküle, und es zeigt sich, daß nicht nur allgemeine Vorstellungen, sondern auch zahlenmäßige Beziehungen durch die Annahme der bewegten Moleküle gewonnen werden können. Die theoretische Lehre, welche sich auf diese Anschauungen aufbaut und große wissenschaftliche Erfolge errungen hat, bezeichnet man als die kinetische Gastheorie (aus dem Griechischen: *κινέω* — ich bewege).

Die kinetische Ableitung der Gasgesetze.

Die Avogadrosche Annahme, daß im gleichen Volumen sämtlicher Gase bei den gleichen physikalischen Bedingungen die gleiche Anzahl Moleküle enthalten ist, läßt sich mit Hilfe der zuletzt gewonnenen Vorstellung theoretisch ableiten. Wenn der Druck tatsächlich nur von dem Stoß der an die Wandung anprallenden Gasmoleküle herrührt, so muß er bestimmt sein von der Anzahl der vorhandenen Moleküle, denn von dieser hängt ja die Anzahl der Stöße ab, welche die bewegten Moleküle in einer bestimmten Zeit gegen die Wandung ausführen können. D. h. der von einer Gasmasse ausgeübte Druck ist dem von ihr eingenommenen Volumen umgekehrt proportional. Wird das Volum eines Gases auf $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ usw. verkleinert, so steigt

sein Druck auf das 2, 3 usw.-fache. Diese Folgerung steht mit den Tatsachen im Einklang, wie das Boyle-Mariottesche Gesetz lehrt. Wir können dasselbe auch in der Form ausdrücken: Der Druck eines Gases ist der Anzahl der Moleküle in der Volumeinheit oder seiner molekularen Konzentration proportional.

Der weitere Ausbau der kinetischen Theorie, dessen Wiedergabe hier zu weit führen würde, zeigt nun, daß der Gasdruck verschiedener Gase außer von der Anzahl der Moleküle in der Volumeinheit auch von ihrer Masse und dem Quadrat der Geschwindigkeit, mit der sie sich durchschnittlich bewegen, abhängt. Nennen wir N_1, m_1, u_1 die Zahl der Moleküle eines Gases in der Volumeinheit, ihre Masse und Geschwindigkeit, N_2, m_2, u_2 die entsprechenden Größen eines zweiten Gases bei derselben Temperatur, so sind die Drucke:

$$p_1 = k N_1 m_1 u_1^2 \text{ und } p_2 = k N_2 m_2 u_2^2,$$

wobei k einen Proportionalitätsfaktor bedeutet.

Falls diese beiden Drucke gleich sind, also:

$$N_1 m_1 u_1^2 = N_2 m_2 u_2^2,$$

so läßt sich experimentell nachweisen, daß $m_1 u_1^2$ und $m_2 u_2^2$ bei beiden Gasen den gleichen Wert besitzen. Es tritt nämlich bei der Mischung zweier Gase von gleichem Drucke und gleicher Temperatur keinerlei physikalische Erscheinung ein, was der Fall wäre, wenn jene beiden Produkte, die sog. lebendigen Kräfte der Molekülgattungen, verschiedene Werte haben würden. Aus der Gleichheit

$$m_1 u_1^2 = m_2 u_2^2$$

folgt aber:

$$N_1 = N_2$$

d. h. die Avogadrosche Hypothese, daß Gase von gleichem Druck und gleicher Temperatur im gleichen Volumen dieselbe Anzahl Moleküle enthalten.

Da mN die Masse sämtlicher Moleküle in der Volumeinheit oder die Dichte des Gases bedeutet, welche sich leicht experimentell ermitteln läßt, kann man aus der Gleichung:

$$p = k N m u^2$$

die mittlere Geschwindigkeit der molekularen Bewegung berechnen.

So ergibt sich die Geschwindigkeit der Wasserstoffmoleküle bei 0^0 zu 184 km pro Sekunde, für Sauerstoff zu 461 m, für Stickstoff zu 492 m.

Es ist noch die Frage, in welcher Weise wir mit Sicherheit gleiche Molekülzahlen verschiedener Stoffe in Anwendung bringen können. Für Gase ist es nur nötig, bei gleichen physikalischen Bedingungen gleiche Volumina zu wählen. Für Flüssigkeiten und feste Körper läßt aber diese Methode im Stich. Wir haben hier aber eine andere Möglichkeit, das Ziel zu erreichen, wenn wir die Tabelle der Atom- und Molekulargewichte für Elemente und Verbindungen benutzen (S. 22). Die dort angeführten Zahlen geben an, in welchem Gewichtsverhältnis die Moleküle der Elemente und damit auch der Verbindungen (S. 23) zueinander stehen. Wenn man daher die Atom- oder Molekulargewichtszahlen für Elemente und Verbindungen in Grammen abwiegt, so müssen sich diese Gewichte wie die ihrer einzelnen Atome oder Moleküle, die ja für eine Substanz als gleichartig und gleichschwer angenommen sind, zu einander verhalten. Mit andern Worten: jene Gewichtsmengen enthalten die gleiche Anzahl Atome von Moleküle. Das Molekulargewicht des Wasserstoffs ist = 2, das des Kochsalzes = 58,5, d. h. ein Molekül Kochsalz ist $\frac{58,5}{2}$ mal so schwer, wie ein Molekül Wasserstoff. Hat man nun 58,5 Gramm Kochsalz auf der einen, 2 Gramm Wasserstoff auf der andern Seite, so repräsentieren diese Gewichtsmengen gerade die Verhältnisgewichte der einzelnen Moleküle, also muß in beiden dieselbe Molekülzahl vorhanden sein. Wenn man statt der durch die Molekulargewichte angegebenen Ziffern irgendwelche Bruchteile $^1/_{10}$ oder $^1/_{100}$ oder $^1/_{1000}$ zur Abwiegung bringt, so bleibt das Verhältnis natürlich bestehen und somit auch die Gleichheit der Molekülzahlen. Man bezeichnet die durch das Molekulargewicht angegebene Anzahl Gramme, wie bereits (S. 23) erwähnt, als ein Grammmolekül oder kürzer als ein Mol. Ein Mol eines Elementes oder einer Verbindung bedeutet daher stets die gleiche Anzahl von Molekülen, und ebenso bleibt diese Konsequenz bestehen für $^1/_{10}$ Mol oder $^1/_{100}$ usw.-Mol. Auf diese Weise lassen sich für flüssige und feste Körper vergleichbare Molekülzahlen zum Versuch bringen und die aus der Atomtheorie folgenden Anschauungen experimentell prüfen.

Es ist demnach klar, daß ein Mol jedes beliebigen Gases im gleichen Volumen unter gleichen physikalischen Bedingungen denselben Druck ausüben muß. So hat man gefunden, daß, wenn man ein Mol irgendeines Gases auf den Raum eines Liters bringt, der von dem Gase ausgeübte Druck bei 0^0 22,4 Atmosphären beträgt.

Für $^1/_{10}$ Mol muß mithin, da die Anzahl der Moleküle auf den zehnten Teil gesunken ist, der Druck 2,24 Atmosphären betragen. Diese Zahlen bleiben unabhängig von der chemischen Natur der Gase stets dieselben. Die folgende Tabelle zeigt, mit welcher Schärfe die Versuche die Theorie bestätigen.

Gase	Molekulargewicht	Dichte	p_0 eines Mols im Liter
Wasserstoff	2	0,0899	22,42
Sauerstoff	32	1,429	22,39
Stickstoff	28	1,251	22,45
Stickstoffoxyd	30	1,343	22,45
Kohlenoxyd	28	1,251	22,39
Stickstoffoxydul	44	1,971	22,37
Ammoniak	17	0,762	22,39
Grubengas	16	0,715	22,44

Unter Dichte versteht man das Gewicht eines Liters des Gases bei 0^0 und 1 Atm. Um aus ihr und dem Molekulargewicht den Moldruck p_0 zu bestimmen, dient der Ansatz

$$\frac{M}{d} = \frac{p_0}{1}\,\frac{\text{Atm.}}{\text{Atm.}}$$

wobei M das Molekulargewicht, d die Dichte bedeutet. Daraus folgt:

$$p_0 = \frac{M}{d}.$$

Mit Hilfe dieser Werte und der Eigenschaft, daß der Druck der Anzahl der Moleküle proportional ist, läßt sich mit einer einfachen Formel der Druck berechnen, der von einer beliebigen Substanzmenge ausgeübt wird, wenn nur das Molekulargewicht der Substanz bekannt ist. Haben wir z. B. von irgendeinem Gase mit dem Molekular-Gewicht M a Gramm im Raum eines Liters, so muß sich der von a Gramm ausgeübte Druck zu dem Druck des Mols verhalten wie die in beiden Fällen vorhandenen Molekülzahlen, d. h. wie a:M. Da der Moldruck im Liter 22,4 Atmosphären beträgt, so haben wir also die Beziehung $\frac{a}{M} = \frac{p}{22,4}$, wobei p den gesuchten Druck bedeutet, mithin

$$p = \frac{a}{M} \cdot 22,4.$$

Diese Werte beziehen sich auf 0^0. Um sie auf beliebige Temperaturen auszudehnen, brauchen wir nur das Gay-Lussacsche Gesetz

$$p = p_0 (1 + \alpha t)$$

anzuwenden. Ein Beispiel möge den Gebrauch der Formel veranschaulichen. Es handle sich darum, den Druck zu berechnen, den 2 g Stickstoff im Raume eines Liters bei 17^0 ausüben. Da das Molekulargewicht des Stickstoffs 28 ist, so üben 28 g Stickstoff (1 Mol) im Liter bei 0^0 22,4 Atmosphären Druck aus. Wir haben also die Gleichung $\frac{2}{28} = \frac{p}{22{,}4}$, $p = \frac{44{,}8}{28} = 1{,}6$. Der Druck von 2 g Stickstoff im Liter ist also bei 0^0 1,6 Atmosphären. Der Umrechnung auf eine Temperatur von 17^0 dient dann die Beziehung:

$$p = 1{,}6(1 + {}^1/_{273} \times 17) = 1 \cdot 696 \text{ Atm.}$$

Dissoziation der Gase.

Wenn man nun verschiedene Gase in dieser Weise auf ihre Druckgrößen bei höheren Temperaturen experimentell prüft und die Ergebnisse mit den nach der obigen Formel gewonnenen Werten vergleicht, so findet man bei einer Anzahl von Gasen vollkommene Übereinstimmung, während bei anderen die Übereinstimmung fehlt. Diese Ausnahmefälle müssen wir etwas genauer betrachten. Wir kennen eine bei höheren Temperaturen gasförmige Verbindung, den Salmiak, welche die Elemente des Stickstoffs, Wasserstoffs und Chlors in der Zusammensetzung NH_4Cl enthält und durch Einwirkung von Ammoniak auf Salzsäure entsteht.

$$NH_3 + HCl = NH_4Cl.$$

Das Molekulargewicht dieser Verbindung ist $14 + 4 + 35{,}4 = 53{,}4$. Hat man etwa ${}^1/_{10}$ Mol im Liter, also 5,34 g, so müßte der auf 0^0 reduzierte Druck des Gases, welcher natürlich nur bei höherer Temperatur bestimmt werden kann, ${}^1/_{10}$ Moldruck = 2,24 Atmosphären sein. Der Versuch aber zeigt, daß der Druck bei höherer Temperatur (300^0) ein weit größerer ist. Da nun nach der Avogadroschen Hypothese und der kinetischen Gastheorie der Druck lediglich von der Anzahl der Moleküle abhängt und unter gleichen physikalischen Bedingungen derselbe ist, so ergibt sich die Folgerung, daß in der angewandten Menge Salmiak nicht ${}^1/_{10}$ Mol der Substanz vorhanden ist, sondern mehr. Dieses Mehr läßt sich dadurch erklären,

daß durch den Vergasungsprozeß die Zahl der Moleküle gesteigert wird. Das ist aber nur möglich, wenn der Salmiak eine chemische Veränderung erleidet, durch die ein Molekül in mehrere gespalten wird. Die chemische Untersuchung des Gases zeigt, daß das letztere tatsächlich der Fall ist, daß ein Teil des Salmiaks in seine Komponenten, Salzsäure und Ammoniak, gespalten ist, ein Vorgang, der aus je einem Molekül Salmiak zwei neue Moleküle liefert und dadurch die Molekülsteigerung verursacht. Man nennt diese Spaltung von Gasen die Dissoziation der Gase. Sie ist dadurch gekennzeichnet, daß aus einem Molekül eines gasförmigen Stoffes mehrere Moleküle entstehen, daß sie mit steigender Temperatur zunimmt und mit sinkender Temperatur abnimmt. Wir kennen eine ganze Anzahl von Gasen, die dieses eigentümliche Verhalten zeigen. Die Wichtigkeit der Dissoziations-Erscheinungen werden wir bei späteren Betrachtungen noch genauer kennen lernen.

Der flüssige Aggregatzustand.

Der gasförmige Aggregatzustand ist äußerlich dadurch gekennzeichnet, daß er irgendeiner Volumänderung keinen Widerstand entgegensetzt, d. h. daß er jedes ihm zur Verfügung gestellte Volumen gleichmäßig ausfüllt. Der flüssige Aggregatzustand setzt einer Änderung seines Volumens großen Widerstand entgegen, während die Form seiner Raumerfüllung leicht verändert werden kann. Er repräsentiert im Verhältnis zu den Gasen einen dichteren Zustand der Materie.

Wenn wir auch annehmen dürfen, daß die Molekularanschauung für die Flüssigkeiten die gleiche Geltung besitzt, wie für die Gase, so werden doch einige Modifikationen der Theorie bei dieser Übertragung notwendig. Der dichtere Zustand der Materie bedingt ein näheres Zusammensein der Moleküle und eine Verkleinerung der Zwischenräume zwischen ihnen. Konnten wir bei den Gasen die gegenseitige Anziehung der Moleküle wegen der verhältnismäßig großen Zwischenräume zwischen ihnen vernachlässigen, so ist das bei den Flüssigkeiten nicht mehr möglich. Im Gegenteil, wir werden sehen, daß einige der charakteristischen Eigenschaften der Flüssigkeiten gerade in der gegenseitigen Anziehung der Moleküle ihre Erklärung finden.

Alle Flüssigkeiten haben die Eigenschaft, lediglich dem Einfluß der Schwerkraft ausgesetzt, also im freihängenden Zustand, die

Tropfenform anzunehmen. Ein Flüssigkeitstropfen von Kugelgestalt verhält sich so, als wäre die Flüssigkeit mit einer feinen, unsichtbaren, aber recht widerstandsfähigen Haut überspannt, wovon man sich überzeugen kann, wenn man versucht, einen Tropfen zu zerstören. Der Tropfen zeigt im Verhältnis zu einer größeren Menge Flüssigkeit einen erheblichen Widerstand gegen die Änderung seiner Form. Die Ursache zu diesem Verhalten sehen wir in der Anziehung zwischen den Molekülen der Oberfläche der Flüssigkeit und den im Inneren der Flüssigkeit befindlichen. Dadurch wird die Oberfläche gleichsam nach innen gezogen; es kommt eine Art Spannung der Oberfläche, die in der Tat an die Spannung eines elastischen Häutchens erinnert, zustande. So nennt man diese Eigenschaft der Flüssigkeiten auch die Oberflächenspannung. Man ist imstande, die Größe der Kraft, welche die Oberflächenspannung hervorruft, aus der Größe der Tropfen zu bestimmen. Die Oberflächenspannung besitzt für jede Flüssigkeit von bestimmter chemischer Zusammensetzung unter bestimmten Bedingungen einen unveränderlichen Wert, der aber von Flüssigkeit zu Flüssigkeit verschieden und für jede charakteristisch ist.

Mit der Anziehung der Moleküle hängt eine weitere Eigenschaft zusammen, die man als die innere Reibung bezeichnet. Läßt man eine Flüssigkeit aus einem dünnen Glasrohr ausfließen, so reibt sie sich nicht nur an den Wandungen des Glasrohres, sondern die einzelnen Schichten der ausströmenden Flüssigkeit im Inneren des Glasrohres reiben sich aneinander und bringen dadurch Verzögerungen in der Ausflußgeschwindigkeit hervor. Auch diese Eigenschaft, welche nicht nur theoretisch, sondern auch praktisch, z. B. im Kreislauf des Blutes durch die dünnen Adersysteme, von großer Bedeutung ist, besitzt für jede Flüssigkeit einen charakteristischen Wert. Er läßt sich aus der Ausflußgeschwindigkeit aus engen Glasröhren ermitteln.

Den Übergang von dem flüssigen zum gasförmigen Zustand haben wir, ebenso wie den umgekehrten Weg bereits erwähnt. Wenn Flüssigkeiten sieden, so verwandeln sie sich in Dampf oder Gas, wenn Dämpfe oder Gase abgekühlt werden, verwandeln sie sich in Flüssigkeiten. Wir können aber häufig ein Gas auch dadurch in den flüssigen Aggregatzustand bringen, daß wir es, ohne seine Temperatur zu ändern, einem starken Druck aussetzen. Das ist aber nicht immer der Fall. Manchmal widerstehen die Gase der Verflüssigung selbst bei den höchsten Drucken, wenn eine bestimmte

Temperatur überschritten ist. Wir kommen hiermit in ein Gebiet äußerst interessanter Erscheinungen, die man als kritische Erscheinungen bezeichnet.

Kritische Erscheinungen.

Wir wollen uns vorstellen, daß sich eine Flüssigkeit in einem starken, vollständig geschlossenen Glasgefäß befindet und es etwa zur Hälfte ausfüllt. Dieses Gefäß wollen wir erwärmen. Bei einer bestimmten Temperatur verwandelt sich die Flüssigkeit in Dampf, sie siedet, und der Dampf sammelt sich oberhalb der Flüssigkeit an. Das Gefäß ist so stark gewählt, daß es alle auftretenden Drucke auszuhalten vermag. Wenn wir den Prozeß der Erwärmung fortsetzen und immer Dampf oder Gas aus der Flüssigkeit entwickeln, so ist es klar, daß der Dampf immer dichter werden muß, daß seine Moleküle sich immer näher kommen, weil fortwährend neue in den Raum gelangen. Es muß der Fall erreicht werden, bei dem in der Volumeinheit des Dampfes ebenso viele Moleküle sind, wie im gleichen Volumen der Flüssigkeit, daß also Flüssigkeit und Dampf *gleiche Dichte* besitzen. Bei dieser Temperatur hört der Unterschied zwischen Flüssigkeit und Dampf auf. Im Versuch dokumentiert sich das Eintreten dieses Temperaturpunktes dadurch, daß die Oberfläche der Flüssigkeit verschwindet und der Inhalt des Rohres von einer gleichartigen Substanz erfüllt erscheint, die man ebensogut als Flüssigkeit wie als Gas ansprechen kann. Die geringste Temperaturerniedrigung ruft die Abscheidung tropfbarer Flüssigkeit in Form eines Nebels hervor, eine Temperaturerhöhung verwandelt das Ganze in ein Gas. Man bezeichnet die Temperatur, bei welcher der Dampf einer Flüssigkeit dieselbe Dichte besitzt wie die Flüssigkeit selbst, als die *kritische Temperatur*, und nennt den Druck, der von dem Dampf dabei ausgeübt wird, den *kritischen Druck*. Oberhalb einer kritischen Temperatur eines Gases läßt sich dasselbe überhaupt nicht mehr durch Druck verflüssigen, weil auch der stärkste anwendbare Druck einen Dampf von größerer Dichte erzeugt, als die Flüssigkeit ihn besitzt. So z. B. ist die kritische Temperatur der Kohlensäure 40^0 und der dazu gehörige kritische Druck 70 Atmosphären. Diese kritischen Daten sind besonders wichtig für die zur Jetztzeit zu so großer Bedeutung gelangte Verflüssigung der Gase, wie des Sauerstoffs, des Wasserstoffs usw. Man glaubte früher, daß diese Gase nicht zu verflüssigen wären, weil selbst die höchsten Drucke den Übergang in den flüssigen Aggregatzustand nicht

bewerkstelligten. Es ist eben notwendig, die Temperatur unter den kritischen Werten zu halten; und in der Tat gelingt es bei Anwendung niedriger Temperaturen und starker Drucke alle diese Gase in Flüssigkeiten zu verwandeln.

Auf diesem Verhalten beruht auch die Möglichkeit, äußerst tiefe Temperaturen darzustellen. Bringt man z. B. Luft bei gewöhnlicher Temperatur auf etwa 70 Atmosphären Druck und sodann plötzlich auf einen geringeren Druck, so tritt eine Ausdehnung der Luft ein, mit der eine sehr erhebliche Abkühlung verbunden ist. In einem von Linde konstruierten Apparat, der auf dem Prinzip des Gegenstromes beruht, benutzt man die stark abgekühlte Luft, um die Temperatur einer neuen unter 70 Atmosphären stehenden Menge Luft auf tiefere Temperatur zu bringen, die durch plötzliche Expansion auf geringeren Druck weiter sinkt. Mit ihr wird eine weitere Abkühlung der komprimierten Luft bewirkt, bis diese bei einer Temperatur von -193^0 in den flüssigen Zustand übergeht. Da die Luft ein Gemisch verschiedener Gase ist, so kann man, nachdem die feste Kohlensäure durch Filtration entfernt ist, Stickstoff und Sauerstoff durch Destillation (S. 3) voneinander trennen. Der Stickstoff siedet bei $-183{,}2^0$, der Sauerstoff bei -180^0. Die kritische Temperatur des Sauerstoffes ist -118^0, sein kritischer Druck 50 Atmosphären. Die kritischen Daten des Stickstoffes sind -146^0 und 35 Atmosphären.

Kritische Daten.

		Kritische Temperatur	Kritischer Druck Atm.
Wasserstoff	H_2	$-234{,}5^0$	?
Stickstoff	N_2	-146^0	35
Sauerstoff	O_2	-118^0	50
Stickoxyd	NO	-93^0	71
Kohlensäure	CO_2	$+31^0$	77
Stickoxydul	N_2O	$+35^0$	75
Ammoniak	NH_3	$+130^0$	113
Chlor	Cl_2	$+141^0$	84
Wasser	H_2O	$+370^0$	196

Mit Hilfe der Luftverflüssigung ist eine Anzahl der in der Luft vorkommenden Edelgase (s. S. 51) entdeckt worden. Überhaupt bietet die flüssige Luft das bequemste Mittel, den Übergang der

Gase in Flüssigkeiten und feste Körper herbeizuführen. Im Anschluß an die Ausbildung des Verfahrens ist eine Chemie der tiefsten Temperaturen entstanden, die großes wissenschaftliches und technisches Interesse besitzt, und ebenso wie die noch später zu besprechende Chemie der höchsten Temperaturen (s. S. 95) ein überraschendes Bild von dem Verhalten der Stoffe, die wir gewöhnlich nur innerhalb eines geringen Temperaturintervalles beobachten, liefert.

Der feste Aggregatzustand.

Der feste Aggregatzustand präsentiert den dichtesten Zustand der Materie. Er setzt sowohl der Volum- wie der Formänderung großen Widerstand entgegen. Der Übergang in die anderen Aggregatzustände wird durch Temperatursteigerung herbeigeführt. Das feste Eis zerschmilzt bei Erwärmung zu Wasser, das flüssige Wasser verdampft bei weiterer Erwärmung als Gas. Wir kennen aber auch feste Körper, welche ohne den flüssigen Aggregatzustand zu berühren, direkt in den gasförmigen übergehen. So verwandelt sich der schon erwähnte Salmiak, eine feste, weiße Substanz, beim Erwärmen direkt in Salmiakgas. Man bezeichnet diese Art des Überganges, die verhältnismäßig häufig vorkommt, als Sublimation.

Bei den festen Körpern können wir zwei ganz verschiedene Klassen von Substanzen unterscheiden, solche, die gestaltlos sind, wie etwa ein Pulver oder eine klumpige Masse und solche, die nach bestimmten Gesetzen geformt sind und durch Flächen begrenzt werden. Man nennt die ersteren amorphe Substanzen (ἄμορφος = gestaltlos), letztere Kristalle. Die Form der Kristalle ist von der Natur gesetzmäßig bestimmt, nicht etwa künstlich hergestellt. Es ist ja klar, daß man auch einem amorphen Gebilde, wie einem Stück Holz, künstlich die Gestalt eines Kristalles geben kann. Die Definition nach der äußeren Form ist daher nicht ausreichend; wir müssen das innere Wesen dieser beiden Gestaltungen berücksichtigen. Dann kann man sagen, daß amorphe Substanzen von einem Punkt im Inneren aus nach allen Richtuugen hin sich physikalisch gleichwertig verhalten, während Kristalle von einem Punkt im Inneren aus nach den verschiedenen Richtungen sich physikalisch ungleichwertig verhalten. Dadurch verlegen wir das gesetzmäßige der äußeren Form in das gesetzmäßige des inneren Aufbaues, der die Form erzeugt. Wir wollen an Hand eines Beispiels den Inhalt dieser Definition etwas genauer präzisieren. Wichtige physikalische Eigenschaften sind das

Vermögen von Substanzen, Wärme und Elektrizität zu leiten oder den Lichtstrahl von seiner ursprünglichen Richtung abzulenken. Wenn wir nun eine amorphe Substanz, etwa Glas, auf diese Eigenschaft hin betrachten, so finden wir folgendes: Wir können dem Glase willkürlich die Form eines Kristalles, z. B. eines Würfels geben. Dann ist von dem Mittelpunkt im Inneren des Würfels aus nach allen Richtungen, die wir nach den Außenflächen des Würfels ziehen können, das physikalische Verhalten gleichartig. Der elektrische Strom wird in genau derselben Weise von dem Mittelpunkt aus nach jeder Stelle der Oberfläche geleitet, und ebenso ist die Fähigkeit, die Wärme zu leiten, in verschiedenen Richtungen die gleiche. Betrachten wir aber einen natürlichen Kristall von Würfelform, z. B. den Kristall des Steinsalzes, Chlornatrium, so finden wir, daß in den gleichen Richtungen, die wir bei dem Glaswürfel gewählt haben, die physikalischen Eigenschaften verschieden sind. Die Leitfähigkeit für Elektrizität und Wärme ist von dem Mittelpunkt des Würfels zu seinen Kanten eine andere, als von dem Mittelpunkt des Würfels zu dem Mittelpunkt der Seitenflächen. Diese Eigentümlichkeit des ungleichen Verhaltens in verschiedenen Richtungen findet man bei allen Kristallen. Man hat die auf der Erde vorkommenden Kristalle in ein System gebracht, das die Formen auf gewisse einfache Verhältnisse reduziert, und zwar wählt man von dem Mittelpunkt eines Kristalles aus diejenigen Richtungen, die sich physikalisch am verschiedensten verhalten, als sog. Kristallachsen und erhält so Achsensysteme, denen sich die einfachen und komplizierten Kristallformen unterordnen lassen. Es würde zu weit führen, wenn wir auf die einzelnen Kristallsysteme hier näher eingehen würden.

Viertes Kapitel.

Die Lösungen.

Der Lösungszustand.

Homogene oder gleichartige Mischungen verschiedener Substanzen nennt man Lösungen. Wir kennen Lösungen im gasförmigen, flüssigen und festen Aggregatzustand.

Alle Gase haben die Fähigkeit, sich miteinander homogen zu mischen und Lösungen zu bilden. Eine solche Mischung stellt z. B. die atmosphärische Luft dar. Um aus ihr die einzelnen Bestandteile zu scheiden,

kann man sich sowohl chemischer wie physikalischer Hilfsmittel bedienen. Die chemischen Hilfsmittel beruhen darauf, daß man Substanzen einführt, die nur mit einem Bestandteil in Reaktion treten und ihn fest oder flüssig aus dem Gasgemisch zur Abscheidung bringen. Z. B. können wir den Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft dadurch entfernen, daß wir Luft über glühendes Kupfer leiten, wobei das Kupfer mit dem Sauerstoff festes Kupferoxyd bildet. Ein physikalischer Weg beruht auf der Erscheinung der Diffusion. Darunter hat man folgendes zu verstehen: Wenn man zwei verschiedene Gase, wie etwa Wasserstoff und Sauerstoff, in einem hohen Standzylinder vorsichtig übereinander schichtet und in Ruhe sich selbst überläßt, so tritt, wie wir bereits wissen, eine selbsttätige Vermischung ein, die wir als Diffusion bezeichnet haben. Diese Diffusion findet aber seitens der beiden Gase nicht mit gleicher Geschwindigkeit statt. Der Wasserstoff diffundiert weit schneller in den Sauerstoff, als der Sauerstoff in den Wasserstoff. Diese ungleiche Diffusionsgeschwindigkeit läßt sich leicht mit Hilfe der Molekularanschauung deuten. Die Moleküle des Wasserstoffs bewegen sich schneller als die des Sauerstoffs und sind, was in Zusammenhang mit ihrer Geschwindigkeit steht, leichter, wie auch die Molekulargewichte der beiden Gase zeigen. Wenn man nun das Gas veranlaßt, seinen Diffussionsweg durch äußerst kleine Öffnungen zu wählen, so tritt diese Erscheinung noch deutlicher hervor. Der leichte und schnelle Wasserstoff vermag nahezu ungehindert die feinen Öffnungen zu passieren, während der schwerere und langsamere Sauerstoff die Öffnungen schwieriger passiert. Eine derartige Diffusionswand zur Trennung von Gasen bildet eine poröse Tonplatte oder ein poröser Tonzylinder. Falls man einen solchen mittels einer Luftpumpe nahezu luftleer macht und in diesem Zustande in ein Wasserstoff-Sauerstoffgemisch bringt, so erfüllt er sich alsbald mit Wasserstoff, während der Sauerstoff zurückbleibt. Ein dritter Weg schließlich besteht darin, daß man die Gase durch starke Abkühlung in den flüssigen oder festen Zustand bringt. Liegen die Verflüssigungs- oder Gefrierpunkte der die Mischung bildenden Gase weit auseinander, so lassen sich durch stufenweise Abkühlung ein Bestandteil oder mehrere in flüssiger oder fester Form zur Abscheidung bringen und die übrigen Bestandteile gasförmig zurückhalten. Auch kann man die verflüssigten Gase durch Destillation bei verschiedenen Temperaturen, den Siedetemperaturen der einzelnen Gase, wieder in die Komponenten der Mischung zerlegen.

Diesen, auch bei den Gemischen gewöhnlicher Flüssigkeiten gangbaren Weg bezeichnet man als fraktionierte Destillation.

Bei weitem das größte Interesse verdienen die flüssigen Lösungen. Man muß bei ihnen den Begriff des Lösungsmittels und den der gelösten Substanz unterscheiden. Bei den flüssigen Lösungen besitzt das Lösungsmittel den flüssigen Aggregatzustand und befindet sich meist gegenüber der gelösten Substanz in überwiegender Menge. Während in Gaslösungen die Bestandteile sämtlich gasförmig sind, können in flüssigen Lösungen die gelösten Substanzen jeden beliebigen Aggregatzustand besitzen. Man kann Gase, Flüssigkeiten und feste Körper in Flüssigkeiten zur Auflösung bringen. Alle diese Lösungen verhalten sich gleichartig. Das Lösungsmittel besitzt im allgemeinen nur eine beschränkte, von Fall zu Fall wechselnde Fähigkeit, gelöste Körper aufzunehmen. Wenn man z. B. zu 100 g Wasser 50 g Kochsalz gibt, so bleibt ein Teil des Kochsalzes ungelöst. Diese Menge Wasser vermag nur 36 g bei 17^0 aufzunehmen. Eine Lösung, die für eine bestimmte Temperatur das Maximum an gelöster Substanz besitzt, bezeichnet man als eine gesättigte Lösung. Löslichkeit einer Substanz in einem Lösungsmittel nennt man diejenige Menge, welche von einer bestimmten Menge des Lösungsmittels bis zur Sättigung gelöst werden kann. Die Löslichkeit ist von der Temperatur abhängig. Ist der Sättigungszustand nicht vollständig, aber nahezu erreicht, so spricht man von konzentrierten Lösungen. Ist die Menge der gelösten Substanz im Verhältnis zu der des Lösungsmittels sehr klein, so spricht man von verdünnten Lösungen. Da die genauere Untersuchung der flüssigen Lösungen von besonderer Bedeutung für die Erkenntnis vieler physikalischer und chemischer Prozesse geworden ist, und da die Lösungen in der lebenden Natur als Quell-, Fluß- und Seewasser, als Saft der Pflanzen, als Blut und Gewebsflüssigkeiten im pflanzlichen und tierischen Organismus eine hervorragende Rolle spielen, so müssen wir die Gesetze, welche die flüssigen Lösungen beherrschen, etwas genauer betrachten, und zwar zweckmäßig an Hand der Molekularanschauung.

Der osmotische Druck.

Wenn man ein Stück Zucker in ein Glas Wasser wirft und die Flüssigkeit ruhig stehen läßt, so beobachtet man, daß der Zucker sich allmählich auflöst. Um den Zuckerkristall bildet sich zunächst eine konzentrierte Zuckerlösung, die, wie man direkt sehen kann, in

Schlieren von dem Zucker abfließt und sich allmählich in dem Lösungsmittel verteilt. Das geht so weiter, bis der Zucker vollkommen gelöst ist und die Schlierenbildung aufgehört hat, bis, mit andern Worten, die Lösung homogen geworden ist. Die gelöste Zuckermenge ist dann vollkommen gleichmäßig in dem Wasser verteilt, so daß wir, welche Teile der Lösung wir auch dem Glase entnehmen, stets in demselben Volumteil dieselbe Zuckermenge finden. Diese Erscheinung erinnert unmittelbar an die Diffusion der Gase ineinander. Die Zuckermoleküle, die durch den Lösungsprozeß in den flüssigen Zustand übergegangen sind, wandern innerhalb des Lösungsmittels entgegen der Schwerkraft nach allen Richtungen, bis die homogene Mischung, das Endziel der Diffusion, erreicht ist. Wenn wir die bei den Gasen angewandten Anschauungen auf die flüssigen Lösungen übertragen, so müssen wir den Zuckermolekülen eine eigene Beweglichkeit, wie den Gasmolekülen, zuschreiben, und auch sämtliche Folgerungen ziehen, die wir aus der Bewegung der Moleküle bei den Gasen gezogen haben. Dazu gehört in erster Linie die Erklärung des Gasdrucks aus den Stößen, welche die bewegten Gasmoleküle gegen die Wandungen ausüben. Wir müssen folgern, daß auch die Zuckermoleküle bei ihren Bewegungen Stöße gegen die Gefäßwandungen ausführen, und daß diese Stöße einen Druck hervorrufen.

Ein durch gelösten Zucker hervorgerufener Druck ist aber nicht ohne weiteres zu beobachten. Der Grund hierfür ist leicht einzusehen. Wir können den Druck eines Gases definieren als das Bestreben der Moleküle, den ihnen zur Verfügung gestellten Raum zu vergrößern. Tragen wir durch einen beweglichen Stempel in einem Zylinder diesem Bestreben Rechnung, so wird, wenn Druck vorhanden ist, der Stempel gehoben; die Betätigung des Druckes verursacht eine Volumvergrößerung. Für die gelösten Zuckermoleküle ist der Raum aber, den sie einnehmen, an die Menge des Lösungsmittels gebunden. Ein Druck der gelösten Moleküle, der diesen Raum zu vergrößern sucht, kann deshalb nur Erfolg haben, wenn sich die Menge des Lösungsmittels vergrößern kann. Um diese Anforderung an einen Druck der gelösten Moleküle zu erfüllen, hat man folgenden Apparat konstruiert. (Fig. 7). In einem Zylinder befindet sich ein beweglicher Stempel. Auf die eine Seite des Stempels bringen wir die Zuckerlösung, auf die andere Seite das reine Lösungsmittel, das Wasser, welches in diesem Falle die Stelle des Raumes bei den Gasen übernimmt. Damit nun die Stöße der gelösten Zuckermoleküle gegen den beweglichen Stempel zu der Volum — d. h. Flüssigkeitsvergröße-

rung führen kann, muß der Stempel ganz besondere Eigenschaften besitzen. Er muß für die Flüssigkeit durchlässig sein, so daß, wenn er sich bewegt, das Lösungsmittel durch seine Poren hindurchströmen und den Raum für die Zuckermoleküle vergrößern kann. Gleichzeitig aber darf der Stempel die Zuckermoleküle selbst nicht hindurchlassen, denn sonst würden sie durch die Öffnungen des Stempels in das Lösungsmittel diffundieren, ebenso wie ein Gas durch die Undichtigkeiten eines Stempels im Zylinder entweichen könnte. Diesen beiden Anforderungen der Durchlässigkeit für das Lösungsmittel und der Undurchlässigkeit für die gelösten Moleküle genügen die sogenannten halbdurchlässigen oder semipermeabeln Membrane, welche man sowohl künstlich herstellen kann, als auch in der Natur verbreitet findet. Jede Wandung einer lebenden Zelle ist eine solche halbdurchlässige Membran, welche die Fähigkeit besitzt, Wasser hindurchzulassen, den gelösten Substanzen aber den Durchgang zu versperren. Diese Membrane sind von größter Bedeutung für den Haushalt der Natur; sie befähigen die Zelle zur Wasseraufnahme oder Wasserabgabe ohne einen Verlust der gelösten Substanzen, die oft als Nährstoff für ihr Leben oder als Material ihres Wachstums den Zellen notwendig sind.

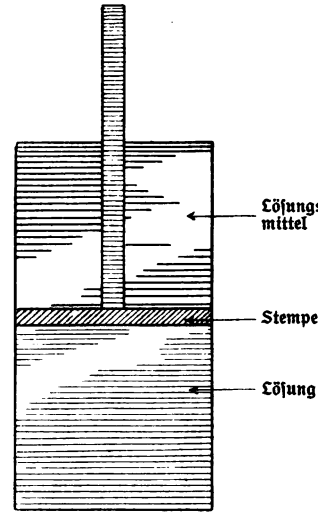


Fig. 7. Osmotischer Druck.

Künstlich lassen sich solche Membrane durch Herstellung unlöslicher Niederschläge in Form dünner Häute erzeugen; so entsteht, wenn man eine Lösung von schwefelsaurem Kupfer mit einer Lösung von gelbem Blutlaugensalz zusammenbringt, ein brauner, unlöslicher Niederschlag, der sich auf einer porösen Tonplatte so anbringen läßt, daß er jede Pore mit einer dünnen Haut überspannt. Man braucht zu dem Zwecke nur die Tonplatte zunächst mit der ersten Lösung sich vollsaugen zu lassen und sodann in die zweite Lösung zu bringen. Da nur in den Poren die Flüssigkeit haften bleibt, so befindet sich auch nur in diesen der Niederschlag. Jetzt sind die Anforderungen zur experimentellen Darstellung eines

etwa vorhandenen Drucks der Zuckermoleküle erfüllt. Die Zuckermoleküle, die gegen einen so präparierten Tonstempel stoßen, können selbst die Poren nicht passieren. Sie suchen also den Stempel zu verschieben, und da das Wasser ungehindert durch den Stempel hindurchfließen kann, so ist eine Verschiebung des Stempels durch den Druck der Zuckermoleküle mit der notwendigen Volumvergrößerung, d. h. der Vermehrung des Lösungsmittels in diesem Fall, verbunden. Wenn man den Versuch in dieser Weise ausführt, so findet man in der Tat, daß die gelösten Substanzen sich wie die Gase verhalten, und daß die Konsequenzen der Molekularanschauung durch die Beobachtung volle Bestätigung erfahren. Mittels geeigneter Anordnungen kann man den Druck, der von einer bestimmten Menge einer gelösten Substanz in einem bestimmten Volumen, d. h. in einer bestimmten Menge des Lösungsmittels ausgeübt wird, quantitativ bestimmen. Man kann die Abhängigkeit des Drucks von der gelösten Substanzmenge, von der Temperatur der Lösung untersuchen, kurz alle diejenigen Experimente anstellen, die zu den wichtigen Gasgesetzen geführt haben. Dabei ergibt sich das Resultat, daß nicht nur die Ähnlichkeit oder Analogie zwischen gelösten Körpern und Gasen qualitativer Natur ist, sondern daß die quantitativen Beziehungen in beiden Fällen die gleichen sind.

Man bezeichnet den von gelösten Körpern ausgeübten Druck als den osmotischen und bringt seine Gesetze, die von van't Hoff ermittelt sind, in die einfache Form: jeder gelöste Körper verhält sich so, als wäre er innerhalb des Lösungsmittels als Gas vorhanden.

Wir wollen die Bedeutung dieses Gesetzes an einem Beispiel kennen lernen.

Bei den Gasen betrug der Druck eines Mols im Liter bei 0^0 und 760 mm Druck 22,4 Atmosphären. Nach dem oben angeführten Gesetz soll der osmotische Druck in einem Liter Wasser gleichfalls 22,4 Atmosphären sein. Wir hatten für den Druck eines Gases, von dem a g im Liter enthalten sind, und dessen Molekulargewicht mit M bezeichnet ist, die einfache Beziehung aufgestellt

$$\frac{a}{M} = \frac{p}{22{,}4},$$

wobei p den der Menge a entsprechenden Druck bedeutet.

Genau die gleiche Beziehung erfordert das vant' Hoffsche Gesetz für den Lösungszustand. Das Molekulargewicht des Zuckers, einer

organischen Verbindung, die Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthält, ist gleich 342. Nehmen wir eine 1 %ige Zuckerlösung, die also im Liter 10 g enthält, so haben wir die Gleichung

$$\frac{10}{342} = \frac{p}{22{,}4};\ p = \frac{224}{342} = 0{,}649 \text{ Atm.}$$

Der Versuch bestätigt dieses Resultat vollkommen. Der Wert gilt natürlich für 0°. Wollen wir wissen, wie groß der osmotische Druck einer 1 %igen Zuckerlösung bei 17° ist, so genügt die Anwendung des Gay-Lussacschen Gesetzes

$$p_t = p_0 (1 + \alpha t),$$

in unserm Falle also

$$p = 0{,}649\ (1 + {}^1/_{273} \times 17) = 0{,}688 \text{ Atm.}$$

Dieses eine Beispiel möge genügen mit dem Hinweis, daß diese Beziehungen für alle gelösten Substanzen in gleicher Weise eintreten, bis auf scheinbare Ausnahmen, denen wir uns alsbald zuwenden werden.

Die Erscheinungen des osmotischen Druckes besitzen die größte Bedeutung für die wichtigsten Lebensvorgänge der Pflanzen und Tiere. Wie schon erwähnt, enthalten die Zellen halbdurchlässige Membrane. Die Organismen vegetabilischer und animalischer Art sind daher zum großen Teil Lösungen mit halbdurchlässigen Membranen, an denen sich die Erscheinungen des osmotischen Drucks, wie wir gesehen haben, mit Wirksamkeit abspielen können. So ist der osmotische Druck die treibende Kraft, die in den Pflanzen das Wasser entgegen der Schwerkraft von den Wurzelspitzen bis in die äußersten Spitzen der Blätter treibt und im tierischen Organismus eine der Ursachen, die den fortwährenden Flüssigkeitsaustausch im Blut, in den Geweben und in den einzelnen Organen veranlaßt.

Dissoziation in Lösungen.

Wir hatten eine ganze Anzahl Gase kennen gelernt, die sich den normalen Gasgesetzen nicht fügen, sondern unter bestimmten Bedingungen einen größeren Druck zeigen, als der Berechnung entspricht. Diese Abweichungen der Gase ließen sich auf eine Spaltung der Moleküle, wodurch eine Vermehrung der den Druck ausübenden Teilchen hervorgerufen wird, zurückführen auf die Dissoziation der Gase.

Eine ganz analoge Erscheinung tritt bei den Lösungen auf. Der osmotische Druck einer 1 %igen Kochsalzlösung läßt sich leicht berechnen. Da das Molekulargewicht des Kochsalzes NaCl = 58,5 ist, so üben 58,5 g, ein Mol, im Liter Wasser bei 0° einen Druck von 22,4 Atmosphären aus; mithin gilt für die 1 %ige Lösung, für 10 g im Liter, die Beziehung

$$\frac{p}{22{,}4} = \frac{10}{58{,}5};\quad p = 3{,}7 \text{ Atm.}$$

Das experimentelle Ergebnis aber ist ein weit höherer Druck von fast 7 Atmosphären, so daß nach der Avogadroschen Hypothese auch hier eine größere Anzahl von Molekülen vorhanden sein muß, als der theoretischen Überlegung entspricht. Diese Vergrößerung der Molekülzahl kann wieder nur durch eine Dissoziation hervorgerufen sein, welche aber für das Kochsalz nur Natrium- und Chloratome liefern kann. Die Annahme einer derartigen Dissoziation erscheint unmöglich: denn das Natrium verbindet sich unter Feuererscheinung mit dem Wasser, das Chlor ist ein giftiges, stark riechendes Gas; von der Gegenwart dieser Substanzen verrät eine Kochsalzlösung bekanntlich keine Spur.

Ein ganz anderer Erscheinungskreis, die Elektrochemie, hat, wie wir später sehen werden, eine Erklärung für dieses eigenartige osmotische Verhalten der Kochsalzlösung gebracht. Zunächst ist zu bemerken, daß nicht nur das Kochsalz, sondern überhaupt alle Salze und außerdem alle Säuren und Basen (S. 56) die gleiche Eigentümlichkeit aufweisen, in der wäßrigen Lösung einen höhern osmotischen Druck, als den theoretischen zu besitzen. Bei allen diesen ist also die Annahme einer Dissoziation nötig. Vorgreifend wollen wir hier betonen, daß gerade diese Körperklassen den elektrischen Strom zu leiten vermögen. Die Leitfähigkeit des elektrischen Stromes aber beruht darauf, daß die elektrisch leitenden Lösungen Teile besitzen, die der elektrischen Anziehung unterliegen, d. h. elektrisch geladene Teile. Die Tatsache des Zusammentreffens des elektrischen Leitvermögens mit den anormalen osmotischen Erscheinungen hat den schwedischen Forscher Arrhenius zu der Aufstellung der elektrolytischen Dissoziationstheorie veranlaßt. Darnach sind alle Salze, Säuren und Basen mehr oder minder gespalten in die sie bildenden Bestandteile, jeder Bestandteil ist mit einer elektrischen Ladung, bald positiver und bald negativer Art versehen. So zerfällt das NaCl-Molekül zwar in Natrium und Chlor, aber das Natrium

hat eine positive, das Chlor eine negative elektrische Ladung, und diese elektrischen Ladungen veranlassen die Elemente zu einem ganz andern chemischen Verhalten, das nicht mehr mit dem der nichtgeladenen Elemente vergleichbar ist. Die Gründe hierfür werden wir später kennen lernen. Man bezeichnet die elektrisch geladenen Dissoziationsprodukte als die Jonen, führt also die Unregelmäßigkeiten im osmotischen Druck auf eine Spaltung der Säuren, Salze und Basen in Jonen zurück. (Näheres siehe im Kapitel: Elektrochemie, Seite 83.)

Auch die festen Lösungen, welche aus zwei oder mehreren festen Körpern bestehen, von denen einer die Rolle des Lösungsmittels spielt, besitzen große Bedeutung. Jedoch ist der wissenschaftliche Einblick in die hier herrschenden Verhältnisse noch nicht so weit gediehen, wie bei den flüssigen Lösungen. Wir finden vornehmlich die festen Lösungen in Mischkristallen aus verschiedenen Stoffen und in Metalllegierungen. Auch ist die Verschiedenheit der Eisensorten, wie Gußeißen, Schmiedeeisen und Stahl zum Teil auf den verschiedenen Gehalt an Kohlenstoff zurückzuführen, welchen das Eisen gelöst enthält. In vielen Fällen aber ist es schwierig zu unterscheiden, ob man es mit einer festen Lösung oder mit einer chemischen Verbindung, deren Bestandteile nur lose aneinander gekettet sind, zu tun hat.

Fünftes Kapitel.

Das periodische System der Elemente.

Die Ordnung der Elemente nach den Atomgewichten.

Wie wir gesehen haben, ermöglicht die Avogadrosche Hypothese die Atomgewichtsbestimmung der gasförmigen Elemente, während für die festen und flüssigen Elemente die chemische Substitutionsmethode und eine andere, später zu erörternde Methode (s. S. 76) die Ermittlung der Atomgewichte gestatten. Wir erhalten durch diese Bestimmungen eine Atomgewichtstabelle, in der jedes Element mit seinem charakteristischen Atomgewicht verzeichnet ist (Tabelle S. 22).

Bereits im Jahre 1815 bemerkte der englische Chemiker Prout, daß eine Anzahl der Elemente ein Atomgewicht besitzt, das ein ganzzahliges Vielfaches des Atomgewichts des Wasserstoffs, dessen Wert = 1 gesetzt wird, darstellt. Auf dieser Beziehung fußend

stellte er die Hypothese auf, daß der Wasserstoff das Urelement sei und die anderen Elemente durch Kondensationen dieses Urelements entstanden wären. Eine solche Bildung der Elemente würde erklären, daß, da immer nur eine bestimmte Menge von Wasserstoffatomen sich zu einem neuen Elementaratom vereinigen könnte, dessen Atomgewicht stets ein Vielfaches des Wasserstoffatomgewichts sein muß. Die bereits zu Prouts Zeiten beobachteten Abweichungen von ganzen Zahlen in der Atomgewichtstabelle wurden als Versuchsfehler gedeutet.

Genauere Atomgewichtsbestimmungen schlossen aber die Möglichkeit der Versuchsfehler aus. Die Tatsache, daß die Atomgewichte der Elemente nicht ganzzahlige Vielfache des Wasserstoffatomgewichts sind, machte der Proutschen Hypothese ein Ende. Aber unverkennbar stehen die Atomgewichte mit dem chemischen Verhalten der Elemente in nahem Zusammenhang und zahlreich sind die Versuche, diesen Zusammenhang aufzuklären.

Im Jahre 1829 fand Doebereiner, daß häufig drei Elemente, deren chemische Eigenschaften große Ähnlichkeit aufweisen, gleiche Differenzen in ihren Atomgewichten zeigen, z. B. die Alkalimetalle:

Lithium	At.-Gew. 7	
Natrium	„ 23	Diff. 16
Kalium	„ 39	„ 16,

ferner die Erdalkalien Kalzium, Strontium und Barium,

Ca	At.-Gew. 40	
Sr	„ 87	Diff. 47
Ba	„ 136	„ 49

weiter Schwefel, Selen, Tellur.

S	At.-Gew. 32	Diff. 47
Se	„ 79	„ 47
Te	„ 126	„ 47

Andere Elemente wieder, die in ihren Eigenschaften sich ungemein nahestehen, zeigen auch nahezu übereinstimmende Atomgewichtszahlen. So Eisen, Kobalt, Nickel, die Atomgewichte 56—59, Osmium, Iridium und Platin 190—194.

Diese systematische Art der Zusammenstellung der Elemente, nach der Dreizahl als Doebereinersche Triaden bezeichnet, fand in der Wissenschaft großen Anklang, ohne jedoch einen greifbaren Fortschritt in der Erkenntnis der Beziehungen zwischen Atomgewichten und chemischem Verhalten der Elemente zu bringen. Das geschah erst durch das gleichzeitig von dem Russen Mendelejeff und dem

Das periodische System der Elemente.

H = 1.

E^0	$E^I Cl$ $E^I_2 O$	$E^I Cl_2$ $E^{II} O$	$E^{III} Cl_3$ $E^{III}_2 O_3$	$E^{IV} H_4$ $E^{IV} O_2$	$E^{III} H_3$ $E^V_2 O_5$	$E^{II} H_2$ $E^{VI} O_3$	$E^I H$ $E^{VII}_2 O_7$	$E^{VIII} O_4$
He = 4 Ne = 20	Li = 7 Na = 23	Be = 9 Mg = 24,4	B = 11 Al = 27	C = 12 Si = 28,4	N = 14 P = 31	O = 16 S = 32	F = 19 Cl = 35,4	....
A = 39,9	K = 39 Cu = 63,6	Ca = 40 Zn = 65,4	Sc = 44 Ga = 70	Ti = 48 Ge = 72,5	V = 51 As = 75	Cr = 52 Se = 79,2	Mn = 55 Br = 80	Fe = 56, Co = 59, Ni = 58,7
Kr = 87,8	Rb = 85,5 Ag = 10,8	Sr = 87,6 Cd = 112,4	Y = 89 In = 115	Zr = 90,6 Sn = 119	Nb = 91 Sb = 120	Mo = 96 Te = 127,6	..... J = 127	Ru = 101,7, Rh = 103, B = 106,5
X = 128	Cs = 13,3 Au = 197	Ba = 137,4 Hg = 200	La = 139 Tl = 204	Ce = 140,2 Pb = 207	Ta = 181 Bi = 208	W = 184	....	Os = 191, Ir = 193, Pt = 195
.....	.....	Ra = 226,5	.....	Th = 232,5	..... .	U = 238	.....	.....

Anmerkung: Anordnung nach Alexander Smith, Anorganische Chemie, übersetzt von E. Stern, Karlsruhe 1909. Hierbei bedeutet: E Element; der obere Index gibt die Wertigkeit an, als E^0 = Nullwertige Elemente usw. Die Horizontalreihe $E^I Cl$ usw. gibt die Wertigkeit der in den Vertikalreihen stehenden Elemente gegenüber dem einwertigen Chlor oder Wasserstoff an, die Horizontalreihe $E^I_2 O$ usw. die Wertigkeit derselben Elemente gegenüber dem Sauerstoff. Die erstere Wertigkeit steigt bis 4 und fällt wieder bis 1, die letztere steigt ununterbrochen bis 8. Die Atomgewichte sind abgerundet.

Allg. 264: Löb, chem. Wissenschaft.

Deutschen Lothar Meyer aufgestellte periodische System der Elemente. In demselben werden physikalische und chemische Eigenschaften der Elemente als Funktionen ihrer Atomgewichte dargestellt, und zwar als periodische Funktionen, wie in der Tabelle S. 49 zur Darstellung gebracht ist. Es zeigt sich nämlich, daß, wenn man mit dem leichtesten Element nach dem Wasserstoff, dem Helium, dessen Atomgewicht 4 ist, beginnend alle Elemente nach der Größe ihrer Atomgewichte in einer horizontalen Reihe anordnet, nach je acht Elementen ein Element auftritt, das mit dem um acht Stellen zurückstehenden sehr große Ähnlichkeit besitzt. Bricht man daher die Horizontalreihe nach je acht Elementen ab und setzt die so erhaltenen Teilstücke der horizontalen Reihe untereinander, so entstehen vertikale Reihen, in denen lauter ähnliche Elemente untereinanderstehen. Wir finden in der beigegebenen systematischen Tafel in der ersten vertikalen Reihe die reaktionsunfähigen Edelgase, die erst in den letzten Jahren größtenteils in der Luft entdeckt worden sind: Helium, Neon, Argon, Krypton und Xenon, in der zweiten Vertikalreihe sind die Alkalimetalle Lithium, Natrium, Kalium, Rubidium, Cäsium und die chemisch verwandten Metalle Kupfer, Silber und Gold. Es folgen die Erdalkalimetalle in der nächsten Vertikalreihe, und wir sehen in der Tabelle, daß diese eigentümliche Beziehung der Atomgewichte zu dem chemischen Verhalten immer in der gleichen periodischen Weise wiederkehrt, d. h. nach einer bestimmten Steigerung der Atomgewichte gelangt man zu Elementen mit solchen Eigenschaften, die mit den um eine bestimmte Zahl früher angeführten verwandte Beziehungen aufweisen. Schließlich finden auch die Doebereinerschen Triaden mit gleichen Atomgewichten in einer achten Vertikalreihe im periodischen System ihren Platz, wie aus der Tabelle ersichtlich ist.

Die Wertigkeit und chemische Regelmäßigkeiten.

Der Wert dieser Systematik besteht darin, daß sowohl die chemischen, wie die physikalischen Eigenschaften zum großen Teil den gleichen Gesetzen der Periodizität folgen. Wenden wir uns zunächst der chemischen Seite des Systems zu.

Eine fundamentale Eigenschaft der Elemente ist ihre Wertigkeit. Der Typus der einwertigen Elemente ist der Wasserstoff, er bedeutet das Maß für die Wertigkeitsmessung. Alle Elemente, die mit einem Atom Wasserstoff sich vereinigen, wie Chlor, Brom, in

HCl und HBr, oder an Stelle eines Wasserstoffatoms treten können wie Na in NaCl oder Ag in $AgNO_3$ durch Ersatz des Wasserstoffs in HCl und HNO_3, sind einwertig. Der Typus der zweiwertigen Elemente ist der Sauerstoff, der sich in H_2O mit zwei Wasserstoffatomen verbindet. Alle Elemente, die sich mit einem Atom Sauerstoff oder zwei Atomen Wasserstoff vereinigen, oder an deren Stelle zu treten vermögen, sind daher gleichfalls zweiwertig, wie Kalzium Ca in Kalk CaO, oder Kupfer Cu im Kupferchlorid $CuCl_2$. In gleicher Weise führt die Definition zu der Annahme des dreiwertigen Stickstoffs, NH_3 Ammoniak, des vierwertigen Kohlenstoffs, CO_2 Kohlensäure, CH_4 Grubengas, des fünfwertigen Phosphors, P_2O_5 Phosphorpentoxyd, in dem zwei Atome Phosphor mit fünf zweiwertigen Sauerstoffatomen vereinigt sind, die zusammen daher 10 Wertigkeitseinheiten darstellen; für ein Phosphor folgt daraus die Fünfwertigkeit. Im Chlorphosphor PCl_5 tritt die Fünfwertigkeit ohne weiteres zu Tage. Auch sechswertige Elemente kennen wir, wie das Chrom in der Chromsäure CrO_3, siebenwertige, wie das Mangan Mn im Manganperoxyd Mn_2O_7 und schließlich achtwertige, wie das Osmium Os in der Osmiumsäure OsO_4. Auch diese Wertigkeiten unterliegen den Regelmäßigkeiten des periodischen Systems. So finden wir z. B., daß die Alkalimetalle Lithium, Natrium, Kalium und Cäsium einwertig, daß die Erdalkalimetalle zweiwertig sind, der Stickstoff dreiwertig, der Kohlenstoff vierwertig. Betrachten wir nun das periodische System der Elemente, so sehen wir in der ersten Vertikalreihe lauter nullwertige, d. h. reaktionsunfähige Elemente untereinanderstehen, die Edelgase He, Ne, A, Kr, X; in der zweiten Vertikalreihe die einwertigen: Li, Na, K, Cu, Rb, Ag, Cs, Au; in der folgenden lauter zweiwertige Elemente: Be, Mg, Ca, Zn, Sr, Cd, Ba, Hg. Es reihen sich die dreiwertigen an: B, Al, Sc, Ga, Y, In, La, Yb, Tl; dann die vierwertigen: C, Si, Ti, Ge, Cr, Sn, Ce, Pb, Th. Jetzt folgt wieder eine Abnahme der Wertigkeit, bezogen auf Wasserstoff (s. die Tabelle). Die nächste Vertikalreihe enthält die dreiwertige Stickstoffgruppe N, P, V, As, Nb usw., dann die zweiwertige Gruppe des Sauerstoffs O, S, Cr usw.; schließlich die einwertige Gruppe der Halogene F, Cl, Br, J.

In dieser Zusammenstellung ist eine wesentliche Unvollkommenheit des periodischen Systems nicht außer acht zu lassen, die in dem Wechsel der Wertigkeit einer ganzen Reihe von Elementen begründet ist. Das Kupfer z. B., das in der obigen Tabelle als einwertiges Ele-

ment ſeinen Platz hat, kann auch zweiwertig ſein. Wir kennen Verbindungen CuCl, Kupferchlorür, $CuCl_2$ Kupferchlorid, beide durchaus beſtändig. Der Stickſtoff und der Phosphor, als fünfwertige Elemente verzeichnet, ſind ebenſo oft dreiwertig, wie im Ammoniak NH_3 und im Phosphorwaſſerſtoff PH_3. Dieſe Beiſpiele mögen genügen, um die beſchränkte Gültigkeit der periodiſchen Beziehungen zu zeigen.

Der Wechſel der Wertigkeit erfordert auch bei den Äquivalentgewichtszahlen eine ſtete Berückſichtigung. Als Äquivalentgewicht bezeichnet man den Quotienten aus Atomgewicht und Wertigkeit, alſo denjenigen Anteil eines Atoms, welcher mit einem Atom Waſſerſtoff gleichwertig iſt; das iſt bezogen auf das Atomgewicht 1 des Waſſerſtoffs bei zweiwertigen Elementen für die Hälfte, bei dreiwertigen für ein Drittel ihrer Atomgewichte der Fall. Diejenigen Elemente alſo, die eine wechſelnde Wertigkeit haben, beſitzen ebenſo ein wechſelndes Äquivalentgewicht, eine Tatſache, die beſonders bei denjenigen Erſcheinungskreiſen zu berückſichtigen iſt, die, wie die analytiſchen und elektrochemiſchen, mit den Äquivalentgewichten in nahem Zuſammenhang ſtehen.

Tabelle der Oxyde.

I Einwertig	II Zweiwertig	III Dreiwertig	IV Vierwertig	V Fünfwertig	VI Sechswertig	VII Siebenwertig	VIII Achtwertig
Li_2O	Be_2O_2	B_2O_3	C_2O_4	N_2O_5	—	—	—
Na_2O	Mg_2O_2	Al_2O_3	Si_2O_4	P_2O_5	S_2O_6	Cl_2O_7	—
K_2O_2	Ca_2O_2	Sc_2O_3	Ti_2O_4	V_2O_5	Cr_2O_6	Mn_2O_6	—
Cu_2O	Zn_2O_2	Ga_2O_3	Ge_2O_4	As_2O_5	Se_2O_6	Br_2O_7	—
Rb_2O	Sr_2O_2	Y_2O_3	Zr_2O_4	Nb_2O_5	Mo_2O_6	—	Ru_2O_8
Ag_2O	Cd_2O_2	In_2O_3	Sn_2O_4	Sb_2O_5	Te_2O_6	J_2O_7	—
Cs_2O	Ba_2O_2	La_2O_3	Ce_2O_4	Ta_2O_5	W_2O_6	—	Os_2O_8
Au_2O	Hg_2O_2	Tl_2O_3	Pb_2O_4	Bi_2O_5	U_2O_6	—	—

Eine einwandfreiere Beziehung der Wertigkeit zu den Perioden des Syſtems erhält man, wenn man die Fähigkeit des Sauerſtoffs,

sich mit den Elementen zu verbinden, in Betracht zieht. Dann erscheint die Wertigkeit der Vertikalreihen in kontinuierlicher Steigerung, da die Stickstoffgruppe dem Sauerstoff gegenüber fünfwertig, die Schwefelgruppe sechswertig, die Halogengruppe siebenwertig und die achte Gruppe achtwertig fungiert. In der Tabelle S. 52 sind die Verhältnisse übersichtlich dargestellt. (Vgl. auch die Tabelle S. 49.) Von den in der Tabelle fehlenden Elementen sind die entsprechenden Oxyde unbekannt.

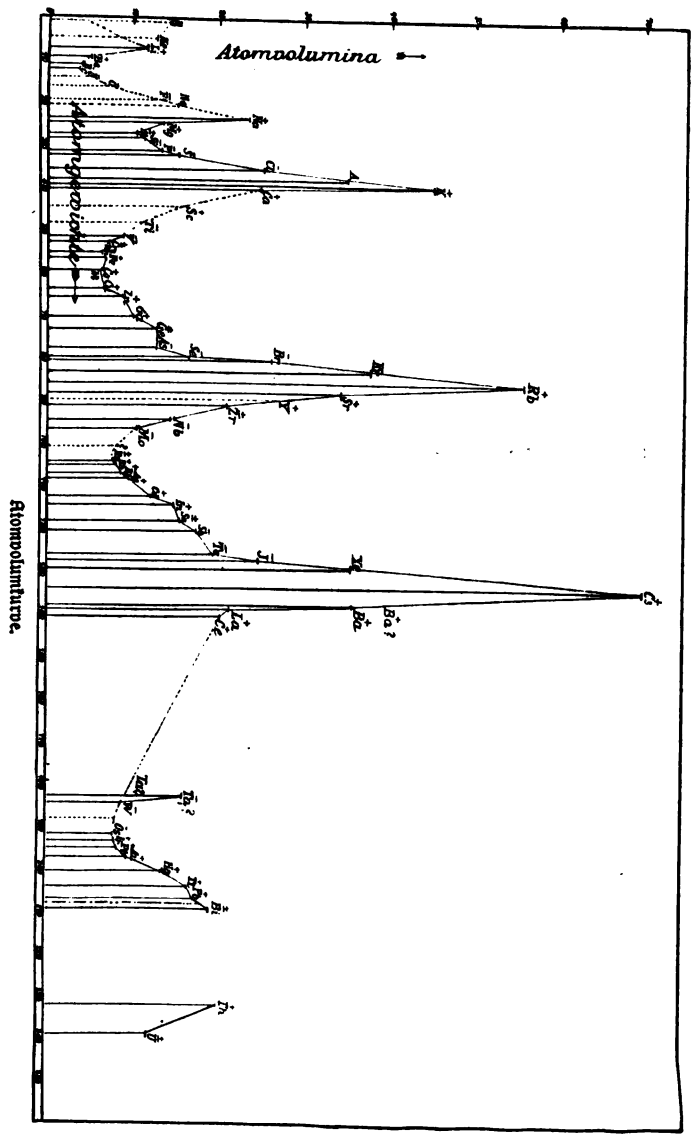
Physikalisch-chemische Regelmäßigkeiten.

Nicht nur die chemischen Eigenschaften, sondern auch die physikalischen unterliegen den periodischen Schwankungen, die im System ihren Ausdruck finden. Aus dem Verhalten der einzelnen Elemente gegenüber dem elektrischen Strom, das wir in einem späteren Kapitel ausführlicher schildern wollen, hat man eine Teilung der Elemente in *positive* und *negative* vorgenommen. Das elektrische Verhalten steht mit dem chemischen in naher Beziehung, und zwar sind im allgemeinen in den Verbindungen elektropositive Elemente mit elektronegativen vereint. Dabei ist der Begriff des Positiven und Negativen ein relativer, d. h. ein Element kann einem zweiten gegenüber positiv sein, einem stärker positiven gegenüber aber negativ, und ebenso verhält es sich mit den negativen Elementen. Teilt man nun die Elemente in der Art in elektropositive und elektronegative, daß man lediglich den elektrochemischen Charakter (S. 85) zur Definition benutzt, so findet man, daß Wasserstoff und alle Metalle zu den positiven, Sauerstoff, Schwefel und die Halogene zu den negativen gehören. Die Sauerstoffverbindungen der positiven Elemente sind die *Basen*, während die Wasserstoffverbindungen der negativen Elemente die *Säuren* bilden.

Man kann nun die Elemente mit Hilfe einer Kurve so anordnen, daß der periodische Charakter der positiven und negativen Eigenschaften besonders deutlich wird. Man benutzt zur Konstruktion dieser Kurve eine physikalische Eigenschaft, das sog. *Atomvolumen* der Elemente. Als Atomvolumen bezeichnet man dasjenige Volumen, welches von einem Grammatom, d. h. derjenigen Anzahl Gramme, welche die Atomgewichtszahl des gerade vorliegenden Elementes angibt, eingenommen wird. Man erhält seinen relativen Wert, wenn man die Dichte des Elementes, d. h. das Gewicht eines Kubikzentimeters durch das Atomgewicht dividiert.

Wir wollen nun in der Weise eine Kurve konstruieren, daß wir die Atomgewichte der Elemente auf einer horizontalen Geraden notieren, die Atomvolumina auf einer zu dieser vertikalen Geraden. Tragen wir nun für jedes Element auf der horizontalen Geraden an der Stelle seines Atomgewichts eine vertikale auf, der wir die Länge seiner Atomvolumzahl geben, so erhalten wir für jedes Element einen bestimmten Punkt in der Papierebene. Man vereinigt nun sämtliche für die einzelnen Elemente so gewonnenen Punkte durch gerade Linien und erhält auf diese Weise die Atomvolumkurve, wie sie die beifolgende Abbildung zeigt. Der periodische Charakter der Atomvolumina, der in dieser Kurve als eine Funktion der Atomgewichte zur Darstellung kommt, zeigt sich ohne weiteres. Die Kurve besteht abwechselnd aus Senkungen und Hebungen, deren letztere einen immer größeren Wert annehmen. Wie ersichtlich werden die Spitzen der Kurve von den im periodischen System eine Gruppe bildenden Alkalimetallen eingenommen; auf den aufsteigenden Ästen der Kurve liegen die Halogene, auf den absteigenden die Erdalkalimetalle usw. In gleicher Weise kommt der elektrische Charakter der Elemente, der in der Kurve durch + und − wiedergegeben ist, zum Ausdruck. Die aufsteigenden Äste enthalten die negativen Elemente, die Spitzen und die absteigenden Äste die positiven Elemente, während in den tiefsten Punkten die Elemente sich finden, die einen Übergang vom positiven zum negativen Charakter bedeuten.

Trotz seiner Unvollkommenheiten sind die Leistungen des periodischen Systems nicht zu unterschätzen. Man vermag mit der durch dasselbe ausgedrückten Regelmäßigkeit einem neuen Element einerseits den Platz anzuweisen, d. h. ungefähr sein Atomgewicht vorher rein theoretisch abzuleiten, andererseits gestatten die Lücken, die sich in dem periodischen System, wie in der Tabelle (S. 49) ersichtlich ist, durch die Unterbrechung der Periodizität zeigen, die Existenz und die wichtigsten chemischen und physikalischen Eigenschaften noch unentdeckter Elemente vorauszusagen. So hat Mendelejeff für die zur Zeit der Entstehung des periodischen Systems unbekannten Elemente Skandium, Gallium und Germanium Eigenschaften und Atomgewichte bereits angegeben, die durch die spätere Entdeckung der Elemente bis auf kleine Abweichungen bestätigt wurden. Ferner ließ sich aus dem periodischen System mit Sicherheit der Schluß ziehen, daß für einige Elemente die Atomgewichte falsch bestimmt worden waren, so daß sie verbessert werden konnten.


Atomvolumina
Atomvolumkurve.
Ba ?

Dem periodischen System liegt zweifellos ein Naturgesetz zugrunde, das aber in seiner quantitaven Form bis jetzt noch nicht erkannt ist. Ein Vorteil des Systems betrifft auch durch seine natürlich begründete Anordnung der Stoffe die Lehre der Chemie.

Sechstes Kapitel.

Die Affinität.

Säuren, Basen und Salze.

Bei der Besprechung des periodischen Systems ist der Begriff der elektropositiven und elektronegativen Elemente eingeführt worden. Die letzteren sind durch die Fähigkeit ausgezeichnet, sich mit Wasserstoff zu Verbindungen zu vereinigen, die alle einzelne Eigenschaften gemeinsam haben. Diese Eigenschaften sind vornehmlich: ein ausgesprochen saurer Geschmack, die Fähigkeit, einzelne Pflanzenfarbstoffe zu verändern, wie z. B. blaues Lackmuspapier zu röten, eine Reihe von Metallen mehr oder weniger stark anzugreifen. Man nennt diese Substanzen Säuren. Die positiven Elemente hingegen vereinigen sich mit dem Sauerstoff zu Oxyden oder mit Sauerstoff und Wasser zu den Hydraten oder Hydroxyden. Auch diese weisen untereinander gemeinsame Eigenschaften auf, so einen laugenhaften Geschmack, die Fähigkeit, auf Pflanzenfarbstoffe in übereinstimmender Weise zu wirken, und zwar den Einfluß der Säurewirkung wieder aufzuheben, z. B. gerötetes Lackmuspapier wieder blau zu färben. Man nennt sie Basen. Vertreter von Säuren sind Salzsäure HCl, Salpetersäure HNO_3; Vertreter von Basen Natriumoxyd Na_2O, Kalk CaO, oder im Verein mit Wasser Natriumhydrat $Na_2H_2O_2 = Na_2O + H_2O$ und Kalziumhydrat $Ca_2H_2O_2 = CaO + H_2O$.

Die wichtigste Reaktion von Säuren und Basen ist ihre gegenseitige Vereinigung zu Salzen unter Austritt von Wasser. Die Salze sind neutrale Stoffe, d. h. sie besitzen nicht die Eigenschaften der Säuren und der Basen, weder ihrem Geschmacke noch ihren chemischen Reaktionen nach. Sie sind im Gegensatz zu ihren Bildungskomponenten meist feste, kristallisierbare Körper.

Wir wollen durch einfache Formeln die Umsetzungen von Säuren und Basen zu Salzen darstellen, und zwar so, daß wir für einige verschiedene Wertigkeitsstufen Beispiele anführen.

1. Einwertige Säure und einwertige Base:

$$HCl + NaOH = NaCl + H_2O.$$
Salzsäure Natrium- hydroxyd Kochsalz Natriumchlorid Wasser

2. Einwertige Säure und zweiwertige Base:

$$2HCl + Ca(OH)_2 = CaCl_2 + 2H_2O.$$
Salzsäure Kalziumhydroxyd Kalziumchlorid

3. Einwertige Säure und dreiwertige Base:

$$3HCl + Fe(OH)_3 = FeCl_3 + 3H_2O.$$
Salzsäure Eisenhydroxyd Eisenchlorid

4. Zweiwertige Säure und einwertige Base:

$$H_2SO_4 + 2NaOH = Na_2SO_4 + 2H_2O.$$
Schwefelsäure Natriumhydroxyd Natriumsulfat
Schwefelsaures Natrium

5. Zweiwertige Säure und zweiwertige Base:

$$H_2SO_4 + Ca(OH)_2 = CaSO_4 + 2H_2O.$$
Schwefelsäure Kalziumhydroxyd Kalziumsulfat

6. Zweiwertige Säure und dreiwertige Base:

$$3H_2SO_4 + 2Fe(OH)_3 = Fe_2(SO_4)_3 + 3H_2O.$$
Schwefelsäure Eisenhydroxyd Eisensulfat

7. Dreiwertige Säure und einwertige Base:

$$H_3PO_4 + 3NaOH = Na_3PO_4 + 3H_2O.$$
Phosphorsäure Natriumhydroxyd Natriumphosphat

8. Dreiwertige Säure und zweiwertige Base:

$$2H_3PO_4 + 3Ca(OH)_2 = Ca_3(PO_4)_2 + 3H_2O.$$
Phosphorsäure Kalziumhydroxyd Kalziumphosphat

9. Dreiwertige Säure und dreiwertige Base:

$$H_3PO_4 + Fe(OH)_3 = FePO_4 + 3H_2O.$$
Phosphorsäure Eisenhydroxyd Eisenphosphat

Solche Salze, die, wie in den vorstehenden Formeln angeführt, sämtlichen ersetzbaren Wasserstoff der Säure durch Metalle ersetzt oder substituiert enthalten, nennt man neutrale Salze. Wir kennen auch solche, bei denen ein Teil des ersetzbaren Wasserstoffs durch Metall vertreten ist, ein Fall, der natürlich nur bei den mehrwertigen Säuren denkbar ist. Solche Salze besitzen teilweise die Eigenschaften der Säuren, die der noch ersetzbare Wasserstoff veranlaßt. Sie reagieren gegen Lackmus meist sauer, haben einen sauren Ge-

schmack usw. Man nennt sie saure Salze. Sie entstehen, wenn man zu einer mehrwertigen Säure eine zur Bildung des Neutralsalzes ungenügende Menge der Base hinzusetzt. So entsteht nach der Gleichung $H_2SO_4 + 1\,NaOH = NaHSO_4 + H_2O$ das saure Natriumsulfat. Durch entsprechende Reaktionen können wir auch bei der dreiwertigen Phosphorsäure nach und nach die drei Wasserstoffatome durch Metalle ersetzen, so daß man außer dem neutralen oder tertiären Salz Na_3PO_4 noch das sekundäre Salz Na_2HPO_4 und das primäre Salz NaH_2PO_4 kennt.

Ebenso gelingt es, wenn man zu einer mehrwertigen Base eine zur Neutralisation, oder wie man auch sagt, zur Sättigung nicht ausreichende Menge einer einwertigen Säure setzt, Salze darzustellen, die noch die Eigenschaften der Base selbst zum Teil besitzen, vor allem die, mit Säuren noch weiter bis zur Bildung des Neutralsalzes zu reagieren. Die Bildung solcher basischen Salze ist durch die folgende Gleichung verdeutlicht:

$$\underset{\text{Eisenhydroxyd}}{Fe(OH)_3} + \underset{\text{Kohlensäure}}{H_2CO_3} = \underset{\text{Basisches Eisenkarbonat}}{Fe(OH)CO_3} + 2H_2O.$$

Wenn, wie bereits angegeben, die Säuren einerseits, die Basen andrerseits durch bestimmte, ihnen gemeinsam zukommende Reaktionen charakterisiert sind, so zeigen sie doch in dem Grade ihrer sauren und ihrer basischen Natur beträchtliche Unterschiede, die man als die verschiedene Stärke der Säuren und Basen bezeichnet.

Um experimentell die Stärke der verschiedenen Säuren und Basen gegeneinander abschätzen zu können, bedient man sich der Tatsache, daß die stärkeren Säuren die schwächeren aus ihren Salzen verdrängen, d. h. ihre größere chemische Verwandtschaft zu der Base dadurch zum Ausdruck bringen, daß sie an Stelle der schwächeren Säure die Verbindung zum Salz herstellen. Die schwächere Säure wird daher aus dem Salz ausgetrieben und existiert wieder als freie Säure, die als solche durch chemische Reaktionen nachgewiesen werden kann. Eine schwache Säure ist z. B. die Kohlensäure. Übergießt man kohlensaure Salze (Karbonate) mit einer stärkeren Säure, wie Salzsäure, Schwefelsäure oder Salpetersäure, so entweicht die gasförmige Kohlensäure unter starkem Aufbrausen; man erhält die schwefelsauren, salzsauren oder salpetersauren Salze. In ähnlicher Weise kann man durch Übergießen des Kochsalzes (Chlornatrium) mit konzentrierter Schwefelsäure die Salzsäure in Freiheit setzen und schwefelsaure Salze oder Sulfate darstellen. In Formeln ausgedrückt lassen sich die Vorgänge in folgender Weise veranschaulichen:

1. $Na_2CO_3 + 2HCl = 2NaCl + H_2O + CO_2$,

2. $2NaCl + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2HCl$.

Wenn man auf ein Salz einer starken Säure eine schwächere Säure einwirken läßt, so tritt keine Reaktion ein, da bereits die stärkere chemische Bindung zwischen den Bestandteilen vorhanden ist. Man hat aus solchen Verdrängungsversuchen eine Tabelle über die verschiedene Stärke der Säuren ableiten können, welche die Reihenfolge aufweist: Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, Phosphorsäure, Borsäure, Kohlensäure usw.

In ganz ähnlicher Weise läßt sich die verschiedene Stärke der Basen aus der Fähigkeit der einzelnen ableiten, aus einem Salz die vorhandene Base zu verdrängen. Übergießt man z. B. Chlorkalzium mit Natronlauge oder Kalilauge, so erhält man Chlorkalium oder Chlornatrium neben Kalziumhydroxyd:

$$CaCl_2 + 2NaOH = 2NaCl + Ca(OH)_2.$$

Die stärksten Basen werden von den Alkalimetallen: Kalium, Natrium, Lithium, Rubidium und Zäsium gebildet. Dann folgen die Erdalkalimetalle: Kalzium, Strontium, Barium, Magnesium, denen sich die Schwermetalle anschließen. Zwischen dem Magnesium und den letzteren steht als Base noch das Ammoniak NH_3, das in Verbindung mit Wasser NH_4OH basische Eigenschaften besitzt. Nach seiner Stellung vermag es also aus Schwermetallsalzlösungen die Hydroxyde der Metalle, d. h. die Basen abzuscheiden, während es selbst in Salz übergeht. Die Alkalien und Erdalkalien hingegen verdrängen Ammoniak aus seinen Salzen und setzen es in Freiheit, eine Reaktion, die zu seiner Darstellung benutzt wird. Auch hier wollen wir die Formeln betrachten:

1. $\underset{\text{Salpetersaures Blei}}{Pb(NO_3)_2} + 2\underset{\substack{\text{Ammonium-}\\\text{hydroxyd}}}{NH_4OH} = \underset{\text{Bleihydroxyd}}{Pb(OH)_2} + 2\underset{\substack{\text{Salpetersaures}\\\text{Ammonium}}}{NH_4NO_3}$,

2. $\underset{\text{Ammoniumchlorid}}{NH_4Cl} + \underset{\substack{\text{Natrium-}\\\text{hydroxyd}}}{NaOH} = \underset{\substack{\text{Ammonium-}\\\text{hydroxyd}}}{NH_4OH} + \underset{\text{Natriumchlorid}}{NaCl}$.

Die Verbindung NH_4OH ist nicht beständig, sondern zerfällt sogleich in Ammoniak und Wasser:

$$NH_4OH = NH_3 + H_2O.$$

Den Ersatz eines Elementes in einer Verbindung durch ein anderes, oder, falls jenes Element mehrwertig ist, durch mehrere andere

von geringerer Wertigkeit bezeichnet man als Substitution. Dieselbe nimmt unter den Reaktionsformen eine bedeutsame Stellung ein. Man unterscheidet solche chemischen Vorgänge, welche in der direkten Vereinigung von Elementen oder in der Vereinigung von Verbindungen bestehen, als Additionsreaktionen von den eben charakterisierten Substitutionsreaktionen. Beispiele von Additionsprozessen bieten viele Oxydationsvorgänge, die lediglich in der Aufnahme von Sauerstoff seitens eines Elementes bestehen z. B.

$$\underset{\text{Eisen}}{Fe} + \underset{\text{Sauerstoff}}{O} = \underset{\text{Eisenoxyd}}{FeO} \text{ oder } \underset{\text{Kohlenstoff}}{C} + O_2 = \underset{\text{Kohlensäure}}{CO_2}.$$

Andere Beispiele von Additionsvorgängen sind die folgenden;

$$Na + Cl = NaCl, \quad Ag + J = AgJ, \quad NH_3 + HCl = NH_4Cl.$$

Substitutionen oder chemische Umsetzungen stellen alle die Reaktionen dar, die sich zwischen Säuren und Basen bei der Salzbildung abspielen. In der Reaktion

$$NaOH + HCl = NaCl + H_2O$$

hat Cl die Gruppe OH, die in Verbindung mit Na stand, substituiert, während diese an Stelle des Cl in der Salzsäure mit deren Wasserstoff nunmehr Wasser bildet. Solche Umsetzungen, bei denen in den beiden Reaktionskomponenten Substitutionen stattfinden, bezeichnet man als doppelte Umsetzungen. Einfache Umsetzungen sind solche, in denen nur ein Bestandteil des einen Komponenten durch irgendein anderes Element substituiert wird. Leitet man z. B. in Lösungen von Jodkalium KJ gasförmiges Chlor ein, so findet die Reaktion statt:

$$KJ + Cl = KCl + J.$$

Durch den Ersatz des Jodes durch Chlor wird das erstere in Freiheit gesetzt und scheidet sich ab.

Die Affinität.

Die Fähigkeit der Stoffe, sich entweder miteinander zu verbinden oder nicht miteinander in Reaktion zu treten, führt man schon seit dem Altertum auf anziehende oder abstoßende Kräfte zurück. Zwischen einzelnen Elementen, wie dem Eisen und dem Sauerstoff, dem Silber und dem Schwefel besteht Verwandtschaft, welche die Eigenschaft dieser Stoffe, sich miteinander zu verbinden, veranlaßt; eben so deutlich aber ist es, daß zwischen andern Ele-

menten, wie Gold und Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel, eine solche Verwandtschaft nicht besteht. Die verwandten Stoffe scheinen eine Anziehungskraft aufeinander auszuüben, die nicht verwandten scheinen sich zu meiden oder abzustoßen. Man hat daher den Elementen eine wechselseitige Wahlverwandtschaft zugeschrieben und dieselbe auf die Betätigung chemischer Kräfte, der Affinitäten, d. h. der Verwandtschaftskräfte zurückgeführt. Über das Wesen dieser Kräfte versuchte man durch Vergleiche mit bekannten Anziehungs- und Abstoßungserscheinungen Aufschluß zu erhalten. Aber alle Versuche, zwischen den Elementen Kräfte anzunehmen, wie solche, die den Gesetzen der Schwerkraft oder der elektrischen Anziehung und Abstoßung gehorchen, sind gescheitert. Wir werden zu der Auffassung gedrängt, daß die chemische Anziehung und Abstoßung eine ganz eigenartige Naturkraft ist, die sich auf keine andere zurückführen läßt. Man hat deshalb nach vielen fehlgeschlagenen Versuchen darauf verzichtet, das Wesen dieser Kräfte anders als durch die Erscheinungen selbst zu beschreiben oder zu erklären und sich damit begnügt, die Gesetze zu studieren, welche bei der Betätigung der chemischen Affinitäten erkennbar werden. Die allgemeinen Resultate der chemischen Reaktion sind durch die Grundgesetze, welche wir besprochen haben, festgelegt. Innerhalb der durch diese Gesetze gegebenen Möglichkeiten betätigen sich die chemischen Kräfte durch die mehr oder minder große Heftigkeit des Reaktionsverlaufes. Als Maß für diese Heftigkeit können wir die Geschwindigkeit der Reaktion wählen. Je schneller die Reaktion sich abspielt, desto heftiger muß sie natürlich verlaufen, weil die bei den Reaktionen auftretenden Energiewandlungen, wie Wärmeentwicklung oder Volumvergrößerung durch Entstehung von Gasen, in kurzer Zeit geliefert werden und dadurch die geringste Möglichkeit finden, sich mit der Umgebung allmählich auszugleichen. Es treten daher bei schnellen Reaktionen häufig explosionsartige Erscheinungen auf. Eine Explosion selbst ist stets die Folge einer ungemein schnell verlaufenen Reaktion, die gleichzeitig große Energiebeträge in Freiheit setzt.

Reaktionsgeschwindigkeit und Massenwirkung.

Mit Erfolg hat man versucht, die Faktoren, von denen die Geschwindigkeit einer Reaktion abhängt, zu erkennen.

Außer der mit jedem Element gegebenen chemischen Affinität, die eine konstante Eigenschaft des Elementes darstellt, sind Fak-

toren vorhanden, die durch die Versuchsbedingungen regulierbar sind. Man weiß, daß eine Reaktion um so heftiger verläuft, je mehr von den Reaktionskomponenten zur Umsetzung verwandt wird. Je geringer die Mengen der an der Reaktion sich beteiligenden Stoffe sind, desto weniger heftig oder desto langsamer verläuft sie. Eine scharfe Gesetzmäßigkeit hat man bisher nur in dem Fall aufstellen können, daß es sich um Reaktionen in Gasen und Lösungen handelt. In beiden ist das Medium, in dem sich die Reaktion abspielt, ein durchaus gleichförmiges oder homogenes. Unter diesen Bedingungen ist die Reaktionsgeschwindigkeit direkt proportional den Massen der sich umsetzenden Stoffe.

Bezeichnet man die Reaktionsgeschwindigkeit mit V, die Massen der reagierenden Stoffe mit m_1, m_2, so ist

$$V = k \cdot m_1 \cdot m_2.$$

Hierbei bedeutet k einen konstanten Faktor, der durch die zwischen den reagierenden Stoffen bestehende Affinität, also durch eine Grundeigenschaft der Stoffe selbst, gegeben ist. Ihn können wir nicht verändern, wohl aber m_1 und m_2 und dadurch den Reaktionsverlauf innerhalb bestimmter Grenzen regulieren. Man nennt dieses Gesetz das Massenwirkungsgesetz. Da durch die Reaktion m_1 und m_2 immer kleiner werden müssen, weil sie entsprechend der Bildung der Reaktionsprodukte abnehmen, so muß auch die Geschwindigkeit der Reaktion selbst dauernd geringer werden. Sie setzt also mit der größten Heftigkeit ein und wird nach und nach proportional der Abnahme der reagierenden Stoffe schwächer. Das Massenwirkungsgesetz ist für die theoretische Chemie nach vielen Richtungen hin, deren Betrachtung uns zu weit führen würde, von großer Bedeutung geworden.

Nur für einen bestimmten Fall wollen wir die Verhältnisse etwas genauer verfolgen. Es gibt eine große Anzahl von Reaktionen, die nicht vollständig verlaufen, sondern haltmachen, wenn eine bestimmte Konzentration der Reaktionsprodukte neben den Ausgangsstoffen vorhanden ist. Handelt es sich um den allgemeinen Fall, daß zwei Körper A_1 und A_2 reagieren und dabei zwei neue Stoffe A_1' und A_2' entstehen nach der Gleichung $A_1 + A_2 = A_1' + A_2'$, so kommt bei einem bestimmten Mengenverhältnis der vier Körper die Reaktion zum Stillstand, oder wie man sagt, zum Gleichgewicht. Wir können das Gleichgewicht nun so auffassen, daß zwischen den Stoffen kein Ruhezustand besteht, sondern daß die Reaktionen

$$A_1 + A_2 = A_1' + A_2' \text{ und } A_1' + A_2' = A_1 + A_2$$

mit genau derselben Geschwindigkeit verlaufen. Dann wird in der Zeiteinheit genau so viel A_1' und A_2' aus A_1 und A_2 gebildet, wie diese an A_1' und A_2' liefern. In Wirklichkeit bleibt also die Zusammensetzung unverändert, es herrscht Gleichgewicht. Zur Andeutung einer solchen im Gleichgewicht befindlichen Reaktion schreibt man die Gleichung:

$$A_1 + A_2 \rightleftarrows A_1' + A_2'.$$

Wir wollen nun die Massen der vier Körper mit m_1, m_2, m_1' und m_2' bezeichnen. Nach dem eben erläuterten Gesetz ist für die Reaktion

$$A_1 + A_2 = A_1' + A_2'$$

die Geschwindigkeit

$$v_1 = k_1 \cdot m_1 \cdot m_2,$$

während die Geschwindigkeit der entgegengesetzt gerichteten Reaktion

$$v_2 = k_2 \cdot m_1' \cdot m_2'$$

ist.

Nach der Definition des Gleichgewichtszustandes sollen diese beiden Geschwindigkeiten gleich sein, also

$$k_1 \cdot m_1 \cdot m_2 = k_2 \cdot m_1' \cdot m_2',$$

woraus folgt:

$$\frac{m_1 \cdot m_2}{m_1' \cdot m_2'} = \frac{k_2}{k_1} = K,$$

wobei K eine durch Division der beiden Konstanten k_2 und k_1 entstehende neue Konstante bedeutet. Diese Ableitung setzt voraus, daß die Temperatur sich während der Reaktion nicht ändert. Die Gleichung sagt aus, daß im Gleichgewichtszustande der Quotient aus dem Produkte der Ausgangsstoffe und dem der Reaktionsstoffe einen konstanten Wert besitzt.

Ist bei der Reaktion der Gleichgewichtszustand noch nicht erreicht, so verläuft sie in einer bestimmten Richtung, und zwar in derjenigen, welche durch die größere Reaktionsgeschwindigkeit gekennzeichnet ist. Falls in den letzten Beziehungen v_1 größer ist als v_2, so findet überwiegend die Bildung von A_1' und A_2' statt; gleichzeitig aber auch die entgegengesetzte Reaktion nur mit der geringeren Geschwindigkeit v_2. Für den eigentlichen Reaktionsablauf solcher umkehrbarer Reaktionen, der bis zum Gleichgewicht führt, ist also die gesamte Reaktionsgeschwindigkeit durch die Differenz $v_1 - v_2$ gegeben. Denn diese Differenz gibt das Übergewicht der

einen Reaktion über die entgegengesetzte an und bildet die in Erscheinung tretende Reaktionsgeschwindigkeit. Sie ist also in diesem Fall

$$V = v_1 - v_2 = k_1 \cdot m_1 \cdot m_2 - k_2 \cdot m_1' \cdot m_2'.$$

Da die Anzahl der umkehrbaren Reaktionen eine sehr große ist, so bildet diese Gleichung ein Grundgesetz der Lehre von der Reaktionsgeschwindigkeit oder der Reaktionskinetik.

Als Beispiel solcher Reaktionen sei die Spaltung des Salmiaks angeführt, die nach der Gleichung

$$NH_4Cl \rightleftarrows NH_3 + HCl$$

bei einem bestimmten Gleichgewichtszustand in Abhängigkeit von der Temperatur endet. Ein anderes Beispiel bietet der Zerfall des Phosphorpentachlorids PCl_5 in Phosphortrichlorid und Chlor:

$$PCl_5 \rightleftarrows PCl_3 + Cl_2.$$

Überhaupt gehören in das Gebiet der umkehrbaren Vorgänge alle Dissoziationserscheinungen, zumal die Ionendissoziationen (Seite 83) und viele Reaktionen der Kohlenstoffverbindungen, die den Inhalt der organischen Chemie bilden.[1])

Siebentes Kapitel.

Das Energiegesetz.

Wir haben in dem ersten Teil unserer Betrachtungen als das allgemeinste Gesetz das der Erhaltung des Stoffes kennen gelernt und unseren Ableitungen zugrunde gelegt. Wenn dasselbe auch bei allen chemischen Reaktionen streng erfüllt bleibt, so reicht es, wie eine kurze Überlegung zeigt, doch nicht aus, um die Vorgänge vollständig zu beschreiben. Wenn wir z. B. Kohle an der Luft verbrennen, so entsteht Kohlensäure. Das Gewicht der Kohlensäure ist gleich der Summe der Kohle und des mit der Kohle verbundenen Sauerstoffs. Diese Tatsache ist in dem Gesetz von der Erhaltung des Stoffes ausgeprägt. Aber außerdem entsteht Wärme, und diese Tatsache findet in jenem Gesetz keine Berücksichtigung.

1) Man unterscheidet die anorganische Chemie von der organischen. Die letztere umfaßt alle Verbindungen, welche Kohlenstoff enthalten, die erstere sämtliche Elemente und ihre Verbindungen mit Ausnahme der Kohlenstoffverbindungen.

Wenn ein Lichtstrahl auf eine photographische Platte fällt, so wird das Silbersalz im Einklang mit dem Gesetz von der Erhaltung des Stoffes zersetzt. Die Rolle des Lichtes bleibt aber bei diesen quantitativen Stoffbetrachtungen ausgeschaltet. Tauchen wir etwa in eine Lösung von Chromsäure ein Stück Kohle und ein Stück Zink und verbinden Kohle und Zink durch einen Draht außerhalb der Lösung, so tritt eine chemische Reaktion ein, die sich mit Hilfe der Formelsprache im Einklang mit dem Gesetz von der Erhaltung des Stoffes darstellen läßt. Außerdem aber bemerken wir in dem Draht das Vorhandensein der Elektrizität, und diese wieder findet keine Stelle in einer nur auf das stoffliche sich beziehenden Darstellungsweise.

Man bezeichnet die physikalischen Mächte, die an der Erdoberfläche wirksam sind, als Energien und unterscheidet eine Lichtenergie, eine Wärmeenergie, eine elektrische Energie und eine mechanische Energie, wie die des Stoßes oder des Schlages. Alle diese Energien haben gemeinsam, daß sie eine Wirkung ausüben, oder wie man sagt, eine Arbeit leisten können. Die Gemeinsamkeit geht aber noch weiter; die Energieformen lassen sich ineinander umwandeln. Wir wollen hierbei diejenige Energieform, die uns am meisten interessiert, die chemische, gleich mit in den Kreis der Betrachtung ziehen. Daß die chemische Energieform Arbeit leisten kann, beweist die Oxydation der Kohle, durch die wir etwa eine Dampfmaschine treiben. Wählen wir die Verbrennung der Kohle, also die chemische Reaktion zwischen Sauerstoff und Kohlenstoff, als Ausgangspunkt einer Energieumwandlung, so finden wir folgendes: die chemische Reaktion der Verbrennung erzeugt Wärme, d. h. die chemische Energie wird in Wärmeenergie umgewandelt. Die Wärme können wir benutzen, um Wasser in Dampf zu verwandeln, um mit dem gespannten Dampf im Zylinder die mechanische Energie eines sich drehenden Schwungrades zu erzeugen. Kuppeln wir die Dampfmaschine mit einer Dynamomaschine, so können wir diese mechanische Energie der Dampfmaschine nunmehr in die elektrische Energie umformen, und die elektrische Energie in einem Elektromotor wieder in mechanische Energie, in einer Bogenlampe in Lichtenergie verwandeln. Kurzum, eine jede Energieform ist in jede beliebige andere umwandelbar. Dieser Prozeß findet nicht nur in der Technik, sondern auch in der Natur statt. Die strahlende Energie der Sonne befähigt die Pflanze, zu leben und zu wachsen, d. h. Stoffe umzuwandeln und Stoffe an-

zusetzen, chemische Reaktionen zu besorgen. Die Sonnenstrahlung verwandelt sich in chemische Energie; der tierische Organismus, der die Pflanzen als Nahrung gebraucht, benutzt sie, um sie zur Regulierung seiner Körpertemperatur teils in Wärme umzusetzen, teils verwandelt er sie in mechanische Energie, um die willkürlichen und unwillkürlichen Bewegungen auszuführen. Diese mechanische Energie kann dann je nach der Willensrichtung in andere Energieformen verwandelt werden.

Für diese Energieumwandlung gilt nun gleichfalls ein Erhaltungsgesetz, das eben so allgemein ist, wie das des Stoffes. Niemals kann eine Energie geschaffen oder vernichtet werden. Ihr Wert im Ganzen oder ihre Summe bleibt stets konstant; nur die Erscheinungsform der Energie kann wechseln. Dieses von Robert Mayer, Helmholtz und dem Engländer Joule entdeckte allgemeinste bisher bekannte Naturgesetz ist zur Grundlage der gesamten modernen Naturforschung geworden. Wir wollen seine Bedeutung nur für die chemischen Prozesse etwas genauer betrachten.

Da es wenigstens theoretisch möglich ist, jede Energieform in eine andere quantitativ umzuwandeln, so können wir alle Energieformen durch ein und dasselbe Maß messen, und zwar durch eine Arbeitseinheit, die wir willkürlich festsetzen. Man wählt als diese Einheit das Meterkilogramm, d. h. die Arbeit, die notwendig ist, um ein Kilogramm einen Meter von der Erdoberfläche aus zu heben. Ein anderes Maß, das wir häufig benutzen werden, ist der Wärmeenergie entnommen. Man definiert als Einheit der Wärmearbeit diejenige, die notwendig ist, um 1 kg Wasser von 0^0 auf 1^0 zu erwärmen und nennt diese Einheit eine Kalorie. Es ist bekannt, daß durch einen Schlag Wärme entsteht. Lassen wir nun ein Kilogramm aus der Höhe eines Meters auf die Erde fallen, so entsteht bei dem Aufschlagen ein gewisser Betrag Wärme, und dieser ist imstande, eine bestimmte Menge Wasser um eine bestimmte Anzahl von Graden zu erwärmen. Die quantitative experimentelle Untersuchung zeigt, daß, um die Wärmearbeit einer Kalorie zu liefern, rund 423 Meterkilogramm nötig sind, d. h. wenn 1 kg aus einer Höhe von 423 m zum Boden stürzt, so wird bei dem Aufschlagen, unter Ausschluß jeglichen Arbeitsverlustes in Form irgendeiner andern Energie, so viel Wärme entwickelt, daß man damit 1 kg Wasser gerade um 1^0 Celsius erwärmen kann. Bezüglich der Arbeitsleistung und Arbeitsmessung sind daher 423 Meterkilogramm und eine Kalorie gleichartig oder äquivalent.

Man nennt deshalb die Zahl 423 das mechanische Wärmeäquivalent. Ebenso kann man ein elektrisches Wärmeäquivalent definieren und auch die anderen Energieformen mit dem Wärme- und mechanischen Arbeitsmaß in zahlenmäßige Beziehung setzen.

Die chemische Energieform unterscheidet sich nun von den physikalischen Energieformen dadurch, daß ihr Wert durch die Natur der einzelnen Stoffe selbst bestimmt ist, daß sie also nicht wie eine vergängliche Eigenschaft vorübergehend den Stoffen angehängt werden kann, sondern mit den einzelnen Stoffen selbst untrennbar und unübertragbar verbunden ist. In diesem Punkt liegt eine der Schwierigkeiten, die einem direkten Messen der chemischen Energie mit einem allgemeinen Maße, das den chemischen Erscheinungen selbst entnommen ist, entgegensteht.

Da man gefunden hat, daß bei jeder chemischen Reaktion, unbeschadet ob noch andere Energieformen erzeugt werden, jedenfalls immer Wärme auftritt, so ist man übereingekommen, die chemische Energie durchgängig erst nach ihrer Umsetzung in Wärmeerscheinungen zu messen, d. h. das Einheitsmaß der Wärmeenergie, die Kalorie, auch zur Messung der chemischen Energie zu verwenden. In einzelnen bestimmten Fällen, auf die wir noch eingehen wollen, tritt die elektrische Energie als Maßgeberin der chemischen an die Stelle der Wärme.

Wie bereits erwähnt, steht die chemische Energie durch die gegenseitige Umwandelbarkeit mit allen andern Energieformen in Wechselwirkung. Die mechanische Energie kann in die chemische übergehen, wie etwa bei einer durch eine starke mechanische Erschütterung hervorgerufenen chemischen Reaktion, einer Explosion. Diese kann auch als Beispiel für den Übergang der chemischen Energie in die mechanische gewählt werden, indem bei Explosionen häufig die chemischen Reaktionen, die sich an Sprengstoffen abspielen, zur Erzielung der heftigsten mechanischen Wirkungen benutzt werden. Man könnte das Gebiet, das diese beiderseitigen Umwandlungen umfaßt, als Mechanochemie bezeichnen. Sie ist jedoch zu wenig ausgebaut, um hier eingehendere Berücksichtigung zu finden. Wichtiger sind die Beziehungen zwischen der Wärmeenergie und der chemischen Energie, die man in der Lehre der Thermochemie zusammenfaßt. Es schließen sich die Elektrochemie und die Photochemie als die Lehren von den Wechselwirkungen der chemischen Energie mit der elektrischen und der strahlenden an.

Achtes Kapitel.

Thermochemie.

Thermochemische Maße und Meßmethoden.

Man hat die Beobachtung gemacht, daß die Wärmeenergie nur dann Arbeit leisten kann, wenn eine Anordnung gegeben ist, die den Übergang der Wärme von einem höher temperierten zu einem kühleren Körper gestattet. Bringt man z. B. eine 100^0 warme Eisenkugel in Verbindung mit einer auf 0^0 abgekühlten, so gleichen sich die Temperaturen beider aus, es findet, wie man sagt, ein Wärmestrom statt, und dieser Wärmestrom kann zur Leistung irgendeiner Arbeit benutzt werden. Der physikalische Vorgang ist dabei der, daß sich die wärmere Kugel abkühlt, während die kältere Wärme aufnimmt. Hingegen ist es unmöglich, ohne Aufwand von Arbeit, Wärme von der kälteren Kugel auf die wärmere zu transportieren. Das erscheint selbstverständlich, ist es aber nicht, wie eine ganz kurze Betrachtung lehrt.

In der Wärmeenergie hat man die Temperatur von der Wärmemenge streng zu unterscheiden. Die Temperatur kann hoch, die Wärmemenge gering sein und umgekehrt. Wie groß die Wärmemenge irgendeines Objektes ist, hängt außer von seiner Temperatur von seiner physikalischen Beschaffenheit und seiner Größe selbst ab. Ein Beispiel möge die Verhältnisse veranschaulichen. Wir denken uns zwei vollkommen gleich große und gleich wirksame Öfen. Den einen bringen wir in einen Raum, der 10 mal so groß ist wie ein zweiter Raum, in den wir den zweiten Ofen stellen. Die Temperatur der beiden Räume sei 0^0. Nun heizen wir beide Öfen mit derselben Menge Kohle, die bei der vollkommenen Verbrennung dieselbe Wärmemenge entwickelt. Angenommen, wir erzielten in dem kleineren Raume eine Temperatur von 15^0 Celsius durch diesen Verbrennungsprozeß, so ist es ohne weiteres einleuchtend, daß die Temperatur des größeren Raumes nach der Verbrennung eine weit niedrigere ist, da sich dieselbe Wärmemenge in einen größerem Raume verbreitet und diesen deshalb um so weniger zu erwärmen vermag. Es befinden sich also in beiden Räumen dieselben Wärmemengen, aber von durchaus verschiedener Temperatur. Wählen wir nun den größeren Raum so, daß bei Verbrennung der doppelten Menge Kohle die Temperatur des größeren Raumes immer noch weit niedriger bleibt als die des kleineren, nur mit der halben Kohlen-

menge geheizten, ſo enthält der größere die doppelte Wärmemenge bei tieferer Temperatur gegenüber dem kleineren Raum. Bringt man nun beide Räume in Verbindung, ſo ſtrömt von dem kleineren, höher temperierten Raum Wärme zu dem größeren über, bis Temperaturgleichheit oder -gleichgewicht eingetreten iſt, und dieſer Vorgang kann zu Arbeitsleiſtungen benutzt werden. Es iſt aber nicht möglich, daß von dem größeren Wärmeinhalt des kälteren Raumes Wärme auf den kleineren Raum überfließt, weil für den Wärmeaustauſch nur das Temperaturgefälle maßgebend iſt. Man muß alſo den Begriff der Wärmemenge ſcharf von dem der Temperatur trennen. Für den Eintritt eines Vorganges iſt die Temperatur der maßgebende Faktor.

Die Anwendung dieſer Erkenntnis iſt von großer techniſcher Bedeutung, und zwar bezüglich ihres negativen Inhalts. Das Naturgeſetz, welches ſich formulieren läßt: Wärme kann niemals von ſelbſt von einem kälteren auf einen wärmeren Körper übergehen, verhindert z. B. die Ausnutzung der ungeheuren Wärmemenge, die in den Meeren vorhanden iſt, und deren Betrag mehr als genügen würde, um ſämtliche Schiffsmaſchinen in ununterbrochenem Betrieb zu halten. Eine Vorausſetzung für die Ausnutzung der Meerwärme wäre eine Apparatur, die es ermöglichte, die Temperatur der Schiffsmaſchinen niedriger zu halten als die des Meeres. Nur dann könnte ein dauernder Wärmeſtrom vom Meere zum Schiffe ſtattfinden, der ſich in Arbeit umwandeln ließe, während in Wirklichkeit das Umgekehrte der Fall iſt und dauernd Arbeit verloren geht, die mit dem Wärmeſtrom von dem Schiffe in das Meer fließt.

Solche Faktoren, die für den Eintritt eines Geſchehens maßgebend ſind, finden wir bei allen Energieformen. Man bezeichnet ſie als Intenſitätsfaktoren der Energie. Die Arbeitsrichtung kann man ganz allgemein durch den Satz kennzeichnen: Arbeit kommt dadurch zuſtande, daß Energie von Stellen mit höherer Intenſität zu ſolchen mit niederer Intenſität übergeht.

Als Maß für die Wärmemenge benutzen wir die ſchon definierte Kalorie, und wir haben geſehen, daß man mittels derſelben auch die chemiſche Energie meſſen kann, indem man die bei chemiſchen Prozeſſen auftretende Wärmemenge beſtimmt. Dabei iſt darauf zu achten, daß die geſamte, bei einer chemiſchen Reaktion freiwerdende Energie lediglich als Wärme in Erſcheinung tritt und nicht gleich-

zeitig elektrische oder mechanische usw. Energie gebildet wird. Sollte das der Fall sein, so ist der Betrag, der auf diese Energie fällt, im Versuch und in der Rechnung zu berücksichtigen.

Zur Messung der bei chemischen Reaktionen auftretenden Wärmemengen, die man als Wärmetönung einer Reaktion, und zwar als positive bei Wärmentwicklung, als negative bei Wärmeverbrauch bezeichnet, benutzt man die Kalorimeter. Das Prinzip derselben ist das folgende: Man sorgt dafür, daß die bei der Reaktion auftretende Wärme an eine bestimmte Menge Wasser von bestimmter Temperatur vollständig abgegeben wird, und sieht zu, um wieviel Grade die Temperatur des Wassers dadurch gesteigert wird. Da die Kalorie als die Wärmemenge definiert ist, die ein Kilogramm Wasser von 0° auf 1° Celsius[1]) erwärmt, so kann man aus diesen Daten die durch die Reaktion erzeugte Anzahl Kalorien ohne weiteres berechnen. Bei der Ausführung des Versuches wird ein Teil der Wärmemenge auch von dem Kalorimeter aufgenommen und dem Wasser dadurch entzogen. Diese Fehlerquelle schließt man durch Ermittlung ihres Betrages, der ja an einem Apparat, falls derselbe unverändert bleibt, einen konstanten Wert besitzt, experimentell aus. Man bezeichnet den Faktor, der das Wärmeaufnahmevermögen des ganzen Apparates wiedergibt, als die Wärmekapazität des Kalorimeters.

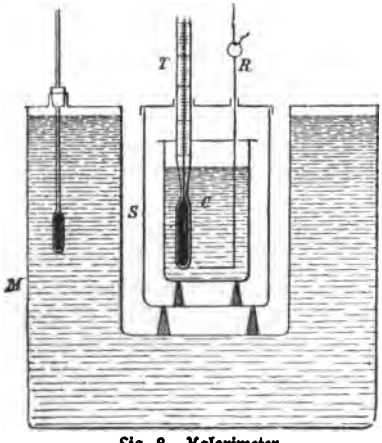


Fig. 8. Kalorimeter.

Die Konstruktion geht aus obenstehender Zeichnung hervor. Um einen Wärmeaustausch mit der Umgebung möglichst zu verhindern,

1) Das ist die sogenannte große Kalorie (Cal.). Die kleine (cal) gibt die Wärmemenge an, die 1 g Wasser bei seiner Erwärmung von 0° auf 1° erfordert. In der Praxis benutzt man auch häufig die mittlere Kalorie K, die Wärmemenge, die 1 g Wasser von 0° auf 100° erwärmt. In dieser Einheit sind hier die Daten angegeben. Man hat also die Beziehung

$$K = 100\ \text{cal} = \tfrac{1}{10}\ \text{Cal}.$$

wird das Kalorimetergefäß C, das ein Thermometer T und einen Rührer R enthält, auf Holzstützen in den weiteren mit Luft gefüllten Zylinder S gesetzt, der seinerseits von einem Hohlzylinder M umgeben ist. Letzterer wird mit Wasser von der Temperatur des Kalorimeterwassers vor der Reaktion erfüllt und besorgt die wesentliche Aufgabe des Wärmeschutzes nach außen.

Die wenigsten Reaktionen kann man direkt in dem Kalorimeterwasser vollziehen. Man benutzt meist ein in dem Wasser befindliches Gefäß aus dünnem Glas oder Metall, dessen Einfluß auf die Wärmeabgabe vorher natürlich festzustellen ist, und führt in diesem die Reaktion aus.

Eine andere Form des Kalorimeters ist das von **Bunsen** konstruierte **Eiskalorimeter**.

Es besteht aus einem Reagenzglas A, das in einen weiteren Glasmantel B eingeschmolzen ist, der sich in ein zweimal rechtwinklig gebogenes enges Glasrohr D fortsetzt, das an seinem obern Ende mittels eines Korkpfropfens ein rechtwinklig gebogenes Kapillarröhrchen C hält. Der Zwischenraum zwischen dem Reagenzglas und Glasmantel wird mit ausgekochtem luftfreiem Wasser vollständig angefüllt. Sodann gießt man durch die seitliche Röhre Quecksilber, so daß dasselbe den untern Teil des Glasmantels und die Seitenröhre einnimmt, setzt das Kapillarrohr auf die trichterförmige Erweiterung des Seitenrohres und drückt den Korkpfropfen so weit ein, daß das Quecksilber in das Kapillarrohr hineinsteigt.

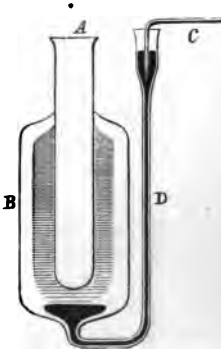


Fig. 9.
Eiskalorimeter.

Die Anwendung des Eiskalorimeters beruht auf der Tatsache, daß das Eis beim Schmelzen sein Volum ändert, und zwar ververringert. Hat man also durch Abkühlnng das Wasser im Glasmantel zum Gefrieren gebracht und bringt nun im Reagenzglas des Kalorimeters eine mit Wärmeentwicklung verbundene Reaktion zum Ablauf, so wird ein Teil des Eises geschmolzen. Die hierbei auftretende Volumänderung kann man in der Weise zur Bestimmung der Wärmemenge benutzen, daß man das mit Quecksilber bis zu seinem Ende gefüllte Kapillarrohr vor Beginn der Reaktion in ein Schälchen mit einer gewogenen Menge Quecksilber taucht und nach der Reaktion durch Wägung die Menge Quecksilber ermittelt, welche durch die Volumverringerung in das Kalorimeter hineingesogen worden ist. Während der Messung

ſteht, um den Einfluß fremder Wärmequellen auszuſchließen, der ganze Apparat in einem größeren mit Eis gefüllten Gefäße. Die Anzahl der entwickelten Kalorien läßt ſich mit Hülfe der durch Verſuche feſtgeſtellten Beziehung, daß eine mittlere Kalorie, die durch die Reaktion geliefert wird, einem Gewichtsverluſt des Schälchens mit Queckſilber von etwa 1,54 g entſpricht, leicht berechnen.

Bei Reaktionen, durch die ein Element oder eine Verbindung vollſtändig mit Sauerſtoff abgeſättigt oder verbrannt werden ſoll, benutzt man die ſogenannte Verbrennungsbombe, die geſtattet, mit einem großen Überſchuß von Sauerſtoff unter einem Druck von 25 Atmoſphären die Verbrennung zu vollziehen. Die Einrichtung der Verbrennungsbombe iſt die folgende (Fig. 10):

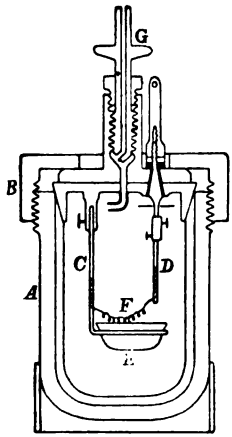


Fig. 10.
Verbrennungsbombe.

Die aus ſtarkem vernickeltem Stahl oder aus Gußeiſen mit Emaille- oder Platinüberzug hergeſtellte Bombe *A* beſitzt den dicht aufſchraubbaren Deckel *B* aus gleichem Metall. Der Deckel trägt zwei voneinander iſolierte ſtarke Platinſtäbe *C* und *D*, deren einer die kleine Platin- oder Tonſchale *E* zur Aufnahme der zu verbrennenden Subſtanz hält. Die beiden Platinſtäbe werden unmittelbar oberhalb des Subſtanzſchälchens durch einen ſehr dünnen Eiſendraht *F* miteinander leitend verbunden. Dieſer Draht kann von außen her elektriſch glühend gemacht werden und leitet durch ſeine Verbrennungswärme die Verbrennung der Subſtanz ein. Schließlich geht durch den Deckel noch die mittels eines Ventils ſicher verſchließbare Durchbohrung *G*, die dem Einlaſſen des Sauerſtoffs vor der Verbrennung und dem Ablaſſen der Gaſe nach derſelben dient.

Bei der Benutzung des Apparates bringt man zunächſt Subſtanz und Eiſendraht an ihre Plätze, verſchließt den Deckel und preßt aus einer Sauerſtoffbombe das Gas ein, bis ein eingeſchaltetes Manometer etwa 25 Atmoſphären Druck anzeigt. Sodann verſchließt man das Gasventil, bringt die Bombe in das Kalorimeterwaſſer und läßt nach dem Temperaturausgleich durch Anheizen des Eiſendrahtes die Verbrennung eintreten. Die durch ſie entwickelte Wärmemenge kann man aus der Temperaturerhöhung des Kalorimeterwaſſers leicht berechnen. Selbſtverſtändlich muß man die durch die Ver-

brennung des Eisendrahtes verursachte Wärmetönung, die man aus früheren Versuchen kennt, in Abzug bringen.

Die Möglichkeit für die meisten chemischen Vorgänge, die Wärmetönungen zu bestimmen, selbst wenn diese, wie die Verbrennung des Knallgases zu Wasser u. a. explosiv verlaufen, oder so langsam eintreten, daß die praktische Durchführung an der Trägheit der Reaktion scheitert, beruht auf dem Gesetz von der Erhaltung der Energie. Um diese Anwendung des Energiegesetzes zu verstehen, wollen wir es in folgender Weise formulieren: *wenn ein chemisches System auf irgendeine Weise von einem Zustand in einen zweiten übergeht, so ist der Betrag der Energieänderung unabhängig von der Art und dem Wege des Überganges.* Handelt es sich z. B. um Bestimmung der Wärmetönung, die bei der Bildung einer bestimmten Menge Chlornatrium entsteht, so ist es gleichgültig für ihren Wert, ob man metallisches Natrium mit Chlor in direkte Reaktion bringt, oder ob man zuerst aus Natrium und Sauerstoff Natriumoxyd erzeugt, dieses mit Wasser zu Natriumhydrat umsetzt und aus letzterem durch Salzsäure Chlornatrium herstellt. Die der Bildung des Chlornatriums zukommende Wärmetönung hat in beiden Fällen den gleichen Wert.

Der Beweis der Richtigkeit des oben genannten Satzes geht aus der Unmöglichkeit des perpetuum mobile hervor. Würde der eine Weg mehr Energie liefern als der andere, so könnte man den Prozeß auf dem ersten Weg sich abspielen lassen, ihn mit nur einem Teil der gewonnenen Energie auf dem zweiten Wege wieder rückgängig machen und durch Wiederholung dieser Prozeduren immer mehr Energie übrig behalten, die nur durch die verschiedene Art der Umwandlungswege irgendeine Maschine beliebig lange betreiben könnte. Eine solche Anordnung ist nach allen Erfahrungen unmöglich.

Thermochemische Daten.

Die Wärmeerscheinungen, die hauptsächliches Interesse verdienen, sind die *Bildungswärmen* der Verbindungen aus den Elementen und die *Zersetzungswärmen* derselben in die Elemente. Ferner haben die *Verbrennungswärmen* speziell der organischen Verbindungen wegen ihrer nahen Beziehungen zu den physiologischen und biologischen Vorgängen großes Interesse. Da jeder chemische Vorgang mit einer Wärmebildung oder einer Wärmetönung verknüpft ist, so unterscheidet man weiter *Lösungswärmen*, *Disso-*

ziationswärmen usw. Es gibt auch negative Wärmetönungen, Reaktionen, die unter Aufnahme von Wärme verlaufen, die sich durch die Abkühlung der Umgebung des Reaktionsgemisches bemerkbar macht. Man nennt Vorgänge dieser Art endotherme, im Gegensatz zu den exothermen Reaktionen, welche Wärme nach außen abgeben.

Es mögen einige Daten über die Wärmetönungen wichtiger chemischer Reaktionen folgen. Es ist dabei zu bemerken, daß die Gewichtsmengen, für welche die Werte angegeben sind, die Atom- oder Molekulargewichtszahlen der reagierenden Stoffe in Grammen betragen. So bedeutet $H_2 + O$: 2 g Wasserstoff und 16 g Sauerstoff; $N_2O_4 + O$: 92 g Stickstofftetroxyd und 16 g Sauerstoff usw. Die Wärmewerte sind in mittleren Kalorien angegeben und mit K bezeichnet.

Die Bildung des Wassers aus Wasserstoff und Sauerstoff, gleichgültig auf welche Weise sie herbeigeführt ist, liefert stets die gleiche Wärmetönung:

$$H_2 + O = H_2O + 684\,K.$$

Weitere Werte sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt, wobei der Zusatz aq (aqua) bedeutet, daß die Reaktion sich in wäßriger Lösung abspielt.

Reaktion	Wärmetönung
$NaOH\,aq + HCl\,aq = NaCl\,aq$	137
$Cl_2\,aq + H_2O = 2HCl\,aq + O$	102
$Na_2 + H_2O\,aq = 2NaOH\,aq + H_2$	868
$2NaOH\,aq + CO_2\,aq = Na_2CO_3\,aq$ (Soda)	202
$2NH_3\,aq + H_2SO_4\,aq = (NH_4)_2SO_4\,aq$	282
$Hg + O = HgO$	207

Die Verbrennungswärmen, die in der Verbrennungsbombe ermittelt werden, sind speziell für organische Verbindungen von Wichtigkeit, die durch ihren Gehalt an Kohlenstoff neben andern Produkten Kohlensäure liefern. Da die Wärmetönung vermöge ihrer Äquivalentbeziehungen zu den andern Energien als Maß für jede Arbeitsform benutzt werden kann, so besitzen diese kalorischen Werte für die menschlichen Nahrungsmittel vornehmliches Interesse. Die Nahrungsmittel werden z. T. im Organismus durch den ein-

geatmeten Sauerstoff vollständig verbrannt. Die dabei freiwerdende Wärme dient einerseits der Temperaturregulierung des Organismus, andererseits nach ihrer Umwandlung in mechanische Energie der Tätigkeit willkürlich und unwillkürlich arbeitender Muskeln, wie der Herzmuskeln und Bewegungsmuskeln. Besonders die Zuckerarten, im weiteren Sinne die Kohlenhydrate, besitzen als Quelle der Muskeltätigkeit große Bedeutung. Es mögen deshalb für diese Substanzen einige Werte folgen, die bei ihrer vollständigen Verbrennung zu Kohlensäure und Wasser, wie sie im Organismus und in der Verbrennungsbombe eintritt, erhalten werden.

Substanz	Wärmetönung bei der Verbrennung zu Kohlensäure und Wasser
Stärkemehl	6679
Zellulose	6717
Traubenzucker	6646
Rohrzucker	13222
Alkohol	3405

Aus allen diesen Daten lassen sich einige allgemeine Folgerungen ableiten. Diejenigen Verbindungen sind die beständigsten, welche unter möglichst großer Wärmeabgabe entstanden sind; denn da dieselbe ein Maß für die chemische Energie ist, so ist der chemische Energieinhalt, der mit der chemischen Reaktionsfähigkeit gleichbedeutend ist, ein um so geringerer, je mehr von ihm nach außen verschwunden ist. Die dadurch resultierende größere Reaktionsträgheit ist mit der größeren Beständigkeit gleichbedeutend. Alle Umsetzungen streben nun einem beständigen Endzustande zu, so daß man diese Tendenz, in einen möglichst wenig reaktionsfähigen Zustand überzugehen, als ein Naturprinzip ansprechen darf, welches man das Prinzip der größten Arbeit nennt. Jede chemische Änderung, die sich ohne Mitwirkung einer fremden Energie vollzieht, strebt nach der Bildung desjenigen Körpers oder desjenigen Systems von Körpern, welches die meiste Wärme entwickelt. Es ist jedoch zu bemerken, daß dieses Prinzip nur für die tiefen und mittleren Temperaturen Geltung besitzt, da bei den höheren Temperaturen die Bildung endothermer Stoffe bevorzugt wird.

Die spezifischen Wärmen und Atomwärmen.

Als Einheit der Wärmemenge haben wir diejenige definiert, welche die Temperatur von 1 g Wasser um einen Grad Celsius erhöht. Die Festlegung des für diese Definition gewählten Stoffes, des Wassers, ist deshalb nötig, weil die Wärmemenge, die erforderlich ist, um die Temperatur der Masseneinheit eines Körpers um 1^0 zu erhöhen, von seiner chemischen Natur abhängig ist und mit ihr wechselt. Man nennt diesen Wert die spezifische Wärme des Körpers, oder falls man nicht die Masse eines Grammes, sondern die eines Grammmoleküls der Messung zugrunde legt, die Molekularwärme. Diese ist also, wenn man die spezifische Wärme mit c, das Molekulargewicht mit M bezeichnet, $M \cdot c$.

Die zugeführte Wärmemenge bedeutet eine Energiezufuhr, die, wenn bei der Erwärmung keine andere Arbeit zu leisten ist, nur in der Temperaturerhöhung zu Tage tritt. Das ist bei Flüssigkeiten und festen Körpern annähernd der Fall, weil die Arbeit der Ausdehnung durch die Erwärmung für 1^0 C nur gering ist und meist vernachlässigt werden kann. Bei Gasen liegen die Verhältnisse aber anders. Der Arbeitsbetrag, welcher für die Ausdehnung, die für 1^0 den 273. Teil des Nullvolumens beträgt, in Rechnung zu setzen ist, darf nicht vernachlässigt werden. Wohl aber können wir ihn ausschalten, indem wir künstlich die Ausdehnung durch Anwendung eines starren Gefäßes verhindern, in dem dann natürlich bei der Erwärmung der Druck steigt. Man erhält durch derartig angeordnete Messungen die spezifische Wärme der Gase bei konstantem Volum c_v, während, wenn die Ausdehnung vor sich gehen kann, wohl das Volum, nicht aber der Druck im Gase sich ändert. So kann man auch die spezifische Wärme der Gase bei konstantem Druck c_p ermitteln. Im letzteren Fall muß die zugeführte Wärme außer der Temperaturerhöhung die Arbeit der Ausdehnung, die bei unveränderlichem Volum fortfällt, besorgen. c_p ist daher stets größer als c_v.

Da nach den früheren Ausführungen ein Mol eines jeden Gases bei 0^0 in 1 Liter einen Druck von 22,4 Atmosphären ausübt oder bei einem Druck von einer Atmosphäre 22,4 Liter erfüllt und der Ausdehnungsbetrag nach dem Gay-Lussacschen Gesetz für 1^0 C unabhängig von der chemischen Natur des Gases ist, so muß der bei einem Mol irgendeines Gases für diese Ausdehnung aufzuwendende Arbeitsbetrag stets derselbe und unabhängig von der chemischen

Natur des Gases sein. Dieser Arbeitsbetrag beträgt nach den Versuchen rund 2 cal. Es ist also

$$M c_p = M c_v + 2\,\text{cal} \quad \text{oder} \quad c_p - c_v = \frac{2}{M}\,\text{cal}, \quad M c_v = M c_p - 2\,\text{cal}.$$

Für einige Gase seien die spezifischen und Molekularwärmen bei konstantem Druck angegeben. Die Werte für konstantes Volum erhält man durch Subtraktion der Zahl 2 von den Molekularwärmen bei konstantem Druck.

Name des Gases	c_p	$M c_p$
Luft	0,2373	—
Sauerstoff	0,2175	6,96
Stickstoff	0,2438	6,83
Wasserstoff	3,4090	6,82
Chlor	0,1212	6,58
Chlorwasserstoff	0,1852	6,68
Kohlensäure	0,2167	9,55
Wasserdampf	0,4805	8,65
Ammoniak	0,5084	8,64

Für die Flüssigkeiten ist die molekulare Verdampfungswärme deshalb von besonderem Interesse, weil sie den Arbeitswert angibt, der den Übergang von dem flüssigen in den gasförmigen Aggregatzustand begleitet. Daß mit diesem Übergang eine ganz bedeutende Volumvergrößerung verbunden ist, prägt sich in den Werten deutlich aus. Eine analoge Rolle spielt für den Übergang des festen in den flüssigen Zustand die Schmelzwärme, des festen in den gasförmigen die Sublimationswärme (vgl. S. 38). Diese kurze Erwähnung muß hier genügen.

Die spezifische Wärme fester Körper besitzt durch ihre Beziehung zum Atomgewicht besondere Bedeutung. Die Atomwärmen (Atomgewicht × spezifische Wärme) der meisten Elemente in festem Zustande sind gleich groß. Diese von Dulong und Petit aufgefundene Regel gestattet nämlich, angenähert die Atomgewichte fester Elemente aus den leicht bestimmbaren spezifischen Wärmen zu berechnen. Die Wärmemenge, welche die Temperatur eines Gramm-

atoms fester Elemente um 1° erhöht, beträgt im Mittel 6,4 cal. Ist die spezifische Wärme c, das Atomgewicht A, so gilt also sehr nahe die Beziehung

$$A \cdot c = 6{,}4\,, \quad A = \frac{6{,}4}{c}\,.$$

In der folgenden Tabelle sind einige Werte angegeben.

Element	c	A · c	Atomgewicht
Natrium	0,293	6,7	23
Kalium	0,166	6,5	39
Kalzium	0,170	6,8	40
Eisen	0,114	6,4	56
Kupfer	0,095	6,0	63
Zink	0,094	6,1	65
Silber	0,057	6,1	108
Zinn	0,055	6,5	119
Jod	0,054	6,8	127
Gold	0,032	6,4	197

Eine Reihe von Elementen zeigt Ausnahmen von der Dulong-Petit'schen Regel, deren Ursachen noch nicht ermittelt sind.

Wichtig ist die Erweiterung, daß auch in festen Verbindungen eine ähnliche Regelmäßigkeit existiert. Die Molekularwärme einer festen Verbindung ist häufig gleich der Summe der Atomwärmen der in ihr enthaltenen Atome. Z. B. ist die Molekularwärme des Kaliumjodids = 13,3 d. h. gleich der Atomwärme des Kaliums 6,5 + der Atomwärme des Jods 6,8 (vgl. die obige Tabelle). Man kann mit Hilfe dieser Beziehung aus einer Verbindung zweier Elemente, wenn man die Molekularwärme der Verbindung und die Atomwärme eines Elementes kennt, die des anderen berechnen. Diese Möglichkeit ist für den Fall, daß der Bestimmung der Atomwärme eines Elementes experimentelle Schwierigkeiten im Wege stehen, oft von Bedeutung.

Neuntes Kapitel.

Elektrochemie.

Grundtatsachen und Grundvorstellungen.

In unseren Betrachtungen wollen wir der Elektrochemie hier nur so weit Raum gönnen, als sie uns über die allgemeinen chemischen Gesichtspunkte Aufklärung zu bringen imstande ist. Wir können ihren Inhalt definieren als die Lehre des Zusammenhangs der chemischen Energie mit der elektrischen und des Übergangs der einen Energieform in die andere. Es handelt sich also um die Frage: Wie entsteht chemische Energie aus elektrischer, und wie entsteht elektrische Energie aus chemischer? Für beide Umformungen sind viele Einrichtungen bekannt. Wenn man in verdünnte Schwefelsäure eine Bleiplatte und eine Bleisuperoxydplatte (Bleisuperoxyd ist eine Sauerstoffverbindung des Bleis) eintaucht und die Platten außerhalb der Flüssigkeit miteinander metallisch verbindet, so kursiert durch diese Verbindung ein elektrischer Strom. Man nennt diesen Apparat einen Bleiakkumulator. Wenn wir die beiden Platten und die Schwefelsäure während der Stromlieferung beobachten, so finden wir, daß sich dabei bestimmte chemische Reaktionen abspielen. Ebenso ist es, wenn wir ein Stück Zink in verdünnte Schwefelsäure tauchen, in die Schwefelsäure einen porösen Tonzylinder setzen und in diesen konzentrierte Salpetersäure und einen Kohlenstab bringen. Verbinden wir den Kohlenstab mit dem Zink durch einen Draht, so zeigt derselbe bestimmte Eigenschaften, aus denen wir schließen, daß ein elektrischer Strom ihn durchfließt. Er erwärmt sich, vermag eine Magnetnadel abzulenken u. a. m. Zink und Schwefelsäure reagieren nicht miteinander, ebensowenig Kohle und Salpetersäure. Wohl aber bemerken wir den Eintritt einer chemischen Reaktion während der Herstellung der metallischen Verbindung, also während die elektrische Energieform auftritt. Die chemische Reaktion besteht in diesem Fall in der Bildung von Zinksulfat und in dem Übergang der Salpetersäure in eine sauerstoffärmere Säure. Da keine andere Quelle für die Erzeugung der elektrischen Energie vorhanden ist als die chemische Reaktion, so müssen wir in ihr die Ursache der elektrischen Energieform sehen. Es handelt sich also hierbei um den Übergang der chemischen Energie in elektrische. Wenn dieser Übergang quantitativ stattfindet, so muß sowohl der Energiewert der chemischen Reaktion maßgebend für die gewinnbare elek-

trische Arbeit, als auch diese ein Maß für den Betrag der chemischen Umsetzung sein. Als Maß der chemischen Energie haben wir im vorigen Kapitel die bei Reaktionen auftretende Wärmetönung kennen gelernt. Verbinden wir die kalorimetrische Messung mit der elektrischen, so bringen wir hiermit auch die Wärmeenergie mit der elektrischen in Zusammenhang und können erstere als Wertmesser für letztere anwenden. Um diese Gleichsetzung der Werte verschiedener Energieformen durchzuführen, ist es nötig, für die elektrische Energie ein Maßsystem zu schaffen.

Zweckmäßig wählt man die Erscheinungen, welche mit dem Übergang der elektrischen Energie in die chemische verbunden sind, zur Ableitung geeigneter Maße. Zu Beginn unserer Betrachtungen (S. 5) haben wir die Fähigkeit des elektrischen Stromes, angesäuertes Wasser in Knallgas zu zersetzen, mehrfach erwähnt. Wir können nun diese chemische Wirkung, welche in einer bestimmten Zeit durch den elektrischen Strom erreicht wird, benutzen, um die Stärke des Stromes zahlenmäßig zu bestimmen. Man nennt die Stromstärke, welche in einer Minute aus angesäuertem Wasser 10,44 ccm Knallgas (auf 0^0 und 760 mm reduziert) entwickelt, ein Ampère. Die von verschiedenen elektrischen Quellen gelieferten Ströme kann man daher durch Vergleich mit dem durch ein Ampère erzeugten Stromeffekt in Amp. leicht ausdrücken.

Außer diesem durch Amp. meßbaren Faktor der Stromwirkung existiert noch ein zweiter für die elektrische Energie charakteristischer. Von seiner Wirksamkeit können wir uns leicht durch die Anwendung verschiedener Elektrizitätsquellen überzeugen. Je nachdem man die Pole eines Akkumulators, eines sogenannten galvanischen Elementes, wie des vorhin erwähnten Bunsenschen oder einer Dynamomaschine in genau derselben Weise leitend verbindet, findet man bei Einschaltung eines Ampèremeters (so nennt man die zur Messung der Stromstärke dienenden Apparate) ganz verschiedene Werte. Daraus geht hervor, daß die elektrischen Maschinen eine wechselnde Fähigkeit besitzen, elektrische Energie zu erzeugen. Man nennt diese Fähigkeit die elektromotorische Kraft oder die Spannung der Maschine. Diese elektromotorische Kraft ist nun mit der Stromstärke durch ein einfaches Gesetz verbunden. Je größer die elektromotorische Kraft ist, desto größer ist auch die Stromwirkung. Die beiden Faktoren sind einander proportional.

Um das Gesetzmäßige des elektrischen Stromganges ganz darzustellen, ist aber noch eine dritte Größe zu berücksichtigen, deren

Gegenwart sich bei Wahl verschiedener Materialien zur Verbindung der Pole der elektrischen Maschine leicht verrät. Stellt man diese Verbindung etwa durch einen Glasstab her, so bemerkt man überhaupt keinen Durchgang des Stromes; stellt man sie durch eine Flüssigkeit her, so ist die Stromstärke eine geringe, und wählt man schließlich einen Draht, so zeigt sich eine weit größere Stromstärke, obgleich die elektromotorische Kraft in allen Fällen die gleiche ist. Mithin besitzen die einzelnen Materialien einen ungleichen Widerstand oder ein ungleiches Leitvermögen für den elektrischen Strom, und zwar ist eine Stromwirkung um so geringer, je größer der Widerstand ist, um so erheblicher, je kleiner er ist. Stromstärke und Widerstand sind einander umgekehrt proportional. Diese Tatsachen faßt man in dem sogenannten Ohmschen Gesetze zusammen:

$$I = \frac{E}{W},$$

wobei E die elektromotorische Kraft, I die Intensität oder Stromstärke und W den Widerstand bedeutet.[1])

Als Einheit des Widerstandes hat man aus Gründen, die zu erörtern uns hier zu weit führen würde, den einer Quecksilbersäule von 106,3 cm Länge mit 1 qmm Querschnitt bei 0^0 gewählt; man nennt ihn ein Ohm. Dann kann man mit Hilfe des Ohmschen Gesetzes die Einheit für die elektromotorische Kraft dadurch bestimmen, daß man schreibt:

$$E = I \times W,$$

Einheit der elektromot. Kraft = 1 Ampère × 1 Ohm = 1 Volt,

mit welchem Ausdruck man diese Einheit der elektromotorischen Kraft bezeichnet. Die Gesamtarbeit des elektrischen Stromes hängt ab von der Intensität, die für die Größe der Wirkungen maßgebend ist, und ebenso von der elektromotorischen Kraft, die ihrerseits bei gegebenen Bedingungen die Größe der Stromstärke bestimmt. Je größer beide sind, desto größer ist der gewinnbare elektrische Arbeitsbetrag. Diese doppelte Proportionalität drückt man in der Weise aus, daß man die elektrische Energie A gleich dem Produkt aus Stromstärke und elektromotorischer Kraft setzt, d. h.

$$A = E \times I.$$

1) Eingehendere Darstellung der elektrischen Erscheinungen und Gesetze findet man in Band Nr. 168 dieser Sammlung: Elektrotechnik von Rud. Blochmann.

Die Einheit der elektrischen Arbeit ist also 1 Volt × 1 Ampère, ein Voltampère oder ein Watt. Man drückt die elektrische Arbeit in Watt aus, und da wir gesehen haben, daß die Wirkung von der Dauer des Stromdurchganges abhängig ist, muß auch die Zeit mit berücksichtigt werden, wodurch man zu der Aufstellung der Wattstunden oder Wattsekunden, je nach Größe und Umfang des Versuches gelangt. Mit Hilfe dieser Definition läßt sich die Wärmeenergie mit der elektrischen zahlenmäßig vergleichen, indem wir feststellen, welche Wärmemenge durch die elektromotorische Kraft eines Volts bei der Stromstärke von einem Ampère in einer Sekunde geliefert wird, falls die Umwandlung in Wärme quantitativ vor sich geht. Eine weitere Abkürzung hat man für die in einer Sekunde von 1 Ampère gelieferte elektrische Menge gewählt. Man nennt sie ein Coulomb. Die Frage lautet also: Wieviele Kalorien liefern 1 Volt × 1 Coulomb? Der Versuch wird in der Weise ausgeführt, daß man einen Draht in ein Kalorimeter taucht und nun bei den vorhin angegebenen Stromverhältnissen die Wärmeabgabe in dem Kalorimeterwasser bestimmt. Man findet 0,239 Kalorien:

$$1 \text{ Volt} \times 1 \text{ Coulomb} = 0{,}239 \text{ Kalorien},$$

$$1 \text{ Kalorie} = 4{,}18 \text{ Voltcoulomb}.$$

Mit Hilfe dieser Beziehungen können wir aus der chemischen Wärmetönung die gewinnbare elektrische Energie für den Fall berechnen, daß die Reaktion elektrische Energie zu liefern imstande ist, und umgekehrt können wir auch bei gegebenen elektrischen Verhältnissen die in maximo erzielbare chemische Arbeit berechnen, vorausgesetzt, daß es sich stets um quantitative Übergänge einer Energieform in die andere handelt.

Das ist nicht immer der Fall. Treten Abweichungen in dieser Beziehung auf, so sind kompliziertere Überlegungen anzustellen, die wir hier übergehen müssen.[1])

Nach diesen allgemeinen Darlegungen wollen wir uns einigen spezielleren elektrochemischen Problemen zuwenden. Man unterscheidet in der Klasse der Stoffe, die den elektrischen Strom leiten, zwei verschiedene Gruppen, je nachdem der Stromdurchgang mit Veränderungen des Materials verbunden ist oder ohne diese verläuft. Alle Metalle und die Kohle leiten den elektrischen Strom ohne

1) Man findet diese Verhältnisse in Band 234 dieser Sammlung: Elektrochemie von K. Arndt dargestellt.

Materialveränderung. Man nennt sie Leiter erster Klasse. Die Stoffe, die durch den Durchgang des Stromes chemisch verändert werden, heißen Leiter zweiter Klasse oder Elektrolyte. Nicht alle Stoffe sind Elektrolyte, nur die Lösungen von Säuren, Basen und Salzen zeigen die Fähigkeit, den elektrischen Strom unter gleichzeitiger Veränderung zu leiten. Hinzu kommen noch die geschmolzenen Salze. Alle andern Stoffe aber, fest, flüssig oder in Lösung, leiten den Strom nicht und sind Nichtelektrolyte. Das Interesse der Elektrochemie erstreckt sich natürlich auf die Elektrolyte.

Die elektrolytische Dissoziation und die Ionen.

Wir hatten in einem früheren Kapitel (S. 45) gesehen, daß eine ganze Reihe gelöster Stoffe ein anormales osmotisches Verhalten zeigt, aus welchem auf eine Dissoziation der gelösten Stoffe geschlossen wurde. Man fand nun, wie bereits an jener Stelle erwähnt ist, daß gerade diejenigen Substanzen und nur diese, welche das anormale osmotische Verhalten aufweisen, den elektrischen Strom unter Veränderungen zu leiten vermögen; mit andern Worten, alle Elektrolyte, d. h. die Lösungen von Salzen, Basen und Säuren sind osmotisch anormal. Daraus geht hervor, daß zwischen diesen beiden Erscheinungskreisen ein innerer Zusammenhang bestehen muß, ein Zusammenhang, der für die moderne Chemie von der größten Bedeutung geworden ist. Um ihn zu verstehen, wollen wir uns dem Wesen der elektrischen Zersetzung etwas eingehender zuwenden.

Man bringt eine elektrische Zersetzung oder Elektrolyse zustande dadurch, daß man zwei Metallplatten oder Elektroden, die mit den Polen der Elektrizitätsmaschine verbunden sind, in die Lösung des Elektrolyten hineintaucht, so daß sie sich in dieser nicht berühren, der Strom also die Lösung durchfließen muß. Als Beispiel wählen wir eine Lösung von Kupferchlorid, der Verbindung von Chlor mit Kupfer. Als Elektroden nehmen wir zwei Platinbleche, weil Platin den meisten chemischen Agentien widersteht. Bei Durchgang des Stromes beobachten wir, daß sich an der einen Elektrode Kupfer abscheidet, während an der andern Elektrode Chlor entweicht. Dieser Vorgang dauert so lange, als Kupferchlorid in Lösung ist; dann kommt der Prozeß zum Stillstand, da reines Wasser fast ein Nichtelektrolyt ist. Die merkwürdige Tatsache, daß die Bestandteile der gewählten Verbindung an verschiedenen Stellen zur Abscheidung gelangen, legt den Gedanken nahe, nachzusehen, ob der Ort der Ab-

scheidung für Kupfer und Chlor durch die elektrischen Anordnungen bestimmt ist. Wir vertauschen deshalb die beiden Platinelektroden, so daß diejenige, welche mit dem positiven Pol der Stromquelle verbunden war, nunmehr mit dem negativen verbunden wird; mit der zweiten machen wir das Umgekehrte und wiederholen den Versuch in derselben Weise. Nunmehr finden wir, daß Kupfer und Chlor mit dem Wechsel der Elektroden auch den Platz ihrer Abscheidung getauscht haben, daß das Kupfer immer und vollständig an derjenigen Elektrode zur Abscheidung gelangt, welche mit dem negativen Pol der Stromquelle verbunden ist, während das Chlor sich an der zum positiven Pol führenden Elektrode ausscheidet. Alle andern Elektrolyte, die wir sonst noch untersuchen können, verhalten sich ganz analog. Immer finden wir die Zersetzung in der Weise verlaufend, daß ein Bestandteil zur negativen Elektrode, wie man kurz sagt, der andere zur positiven Elektrode gelangt. Man gewinnt den Eindruck, als würden die Bestandteile des Elektrolyten von der einen Elektrode abgestoßen, von der andern angezogen, und immer sind zwei Bestandteile zu unterscheiden, die dieses entgegengesetzte Verhalten zeigen.

Zur Erklärung dieser Tatsachen zieht man ein Grundgesetz der Elektrizitätslehre heran, welches lautet: Gleichnamige Elektrizitäten stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an. Wenn wir die Hypothese machen, daß die Kupferteilchen in der Lösung positiv geladen sind, die Chlorteilchen aber negativ, so gewinnen wir eine zwanglose Erklärung für die beschriebenen Erscheinungen. Die Kupferteilchen mit ihrer positiven Ladung entfernen sich unter dem Einfluß der elektrischen Abstoßung von der positiv geladenen Metallplatte und wandern zur negativen, und umgekehrt verhält sich das negativ geladene Chlor.

Wie eben erwähnt wurde, zeigen die Elektrolyte ein anormales, osmotisches Verhalten, das nur durch eine Dissoziation sich erklären läßt. Da eine Spaltung des Kochsalzes, des Kupferchlorids usw. in die elementaren Atome wegen der Reaktionsfähigkeit der Elemente mit dem Wasser und wegen ihrer Eigenschaften zu unmöglichen Folgerungen führt, so bieten hier die elektrischen Erscheinungen brauchbare Stützpunkte für eine Theorie, die diese Schwierigkeit beseitigt. Die Dissoziation findet statt, aber in elektrisch geladene Bestandteile, die sogenannten Jonen (von ἰέναι = wandern). Die chemische Energie, welche die Reaktionsfähigkeit der Elemente und Verbindungen bestimmt, ist umgewandelt in elektrische Energie und

daher als chemiſche verſchwunden. Wir dürfen deshalb von den Jonen nicht mehr die chemiſche Reaktionsfähigkeit erwarten, die wir an den unelektriſchen Atomen oder Molekülen kennen. So findet ſowohl das osmotiſche Verhalten der Elektrolyte wie das Zerſetzungsbild beim Durchgang des elektriſchen Stromes durch die elektrolytiſche Diſſoziationstheorie eine ausreichende und einfache Darſtellung.

Da die poſitiv geladenen Jonen ſich gemäß den gegebenen Ausführungen an der negativen Elektrode oder Kathode abſcheiden müſſen, die negativ geladenen aber an der poſitiven Elektrode oder Anode, ſo kann man durch den Verſuch entſcheiden, welche Jonen poſitive Ladung beſitzen und Kationen ſind, welche negative Ladung beſitzen und Anionen ſind. Waſſerſtoff und alle Metalle gelangen ſtets an der Kathode zur Abſcheidung, ſie ſind alſo Kationen und tragen poſitive Elektrizität, während Sauerſtoff und die Säurereſte, die übrig bleiben, wenn man aus einer Säure den Waſſerſtoff oder aus einem Salz das Metall entfernt, als Anionen mit negativer Ladung zur Anode wandern.

Bezeichnet man allgemein die Säuren mit $H \cdot R$ (etwa HCl = Salzſäure), die Baſen mit $M \cdot OH$ (etwa $NaOH$ = Natriumhydroxyd) und die Salze mit $M \cdot R$ (etwa $NaCl$ = Kochſalz), ſo hat man das Schema:

	Kation	Anion
Säuren	H	R
Baſen	M	OH
Salze	M	R.

Daraus ergeben ſich dann die Definitionen: Säuren ſind durch Waſſerſtoffionen und Säureionen, Baſen durch Metall- und Hydroxyl (OH)-ionen, Salze durch Metall- und Säureionen charakteriſiert.

Die gemeinſamen Reaktionen (S. 56) aller Säuren, wie ihr ſaurer Geſchmack, ihre Fähigkeit, blaues Lackmuspapier zu röten, mit Metallen und Baſen zu reagieren, beſitzen in den allen Säuren gemeinſamen Waſſerſtoffionen eine einheitliche Urſache. Ebenſo iſt der laugenhafte Geſchmack aller Baſen, ihre Eigenſchaft, rotes Lackmuspapier zu bläuen, Fette in Seifen zu ſpalten, aus den allen Baſen gemeinſamen Hydroxylionen verſtändlich. In Salzen können Kationen und Anionen gleichzeitig zur Wirkung kommen. Doch alle Salze mit gleichen Kationen zeigen übereinſtimmende Reaktionen in bezug auf dieſe, welches auch die Anionen ſein mögen, und entſprechend verhalten ſich Salze mit den gleichen Anionen, aber ungleichen Kationen.

Das Faradayſche Geſetz.

Wenn man in der gewöhnlichen Weiſe die elektriſche Zerſetzung eines Elektrolyten dadurch zuſtande bringt, daß man zwei Elektroden in die Flüſſigkeit taucht, ſo tritt die Frage auf, in welchem quantitativen Zuſammenhang der Grad der Zerſetzung bei verſchiedenen Elektrolyten mit der angewandten elektriſchen Energie ſteht. Zur Beantwortung dieſer Frage bedient man ſich der Eigenſchaft des elektriſchen Stromes, in allen Teilen des von ihm durchfloſſenen Gebietes dieſelbe Intenſität zu beſitzen. Läßt man alſo ein und denſelben elektriſchen Strom etwa durch eine Silberſalz-, dann durch eine Kupferſalz-, ſchließlich durch eine Zinnſalzlöſung und durch verdünnte Schwefelſäure fließen, ſo durchſtrömt ſämtliche Flüſſigkeiten die gleiche Elektrizitätsmenge, deren Betrag wir mit Hilfe der Zeit und eines Ampèremeters in Coulomb feſtſtellen können. Dabei ergibt ſich folgendes merkwürdiges Reſultat. Die Jonen, welche an den Elektroden zur Abſcheidung gelangen, ſtehen bei Anwendung gleicher Intenſitäten und gleicher Zeiten im Verhältnis ihrer Äquivalentgewichte, d. h. derjenigen Zahlen, die man durch die Diviſion der Atomgewichte durch die Wertigkeit der betreffenden Elemente (S. 52) erhält. Derſelbe Strom, der 1 mg Waſſerſtoff zur Abſcheidung bringt, ſchlägt 108 mg Silber, $^{63}/_{2}$ mg Kupfer und $^{119}/_{4}$ mg Zinn nieder. Dieſes von Faraday entdeckte Geſetz bezieht ſich auch auf die Zerſetzungsprodukte an den Elektroden eines und desſelben Elektrolyten. So ſtehen die bei der Zerſetzung der Schwefelſäure auftretenden Gewichtsmengen von Waſſerſtoff und Sauerſtoff ſtets im Verhältnis von 1 : $^{16}/_{2}$, die bei der Elektrolyſe der Salzſäure auftretenden Mengen Waſſerſtoff und Chlor im Verhältnis von 1 : 35,5.

Aus dieſer Regelmäßigkeit geht hervor, daß eine beſtimmte Elektrizitätsmenge ganz beſtimmte elektriſche Wirkungen zu veranlaſſen vermag. Da nun nach den gegebenen Ausführungen die Wirkung der Elektrolyſe in der Anziehung der ungleichnamigen und der Abſtoßung der gleichnamigen Elektrizitäten beſteht und die Ausſcheidung der entladenen Jonen, alſo elektriſch neutraler Stoffe, nur dadurch zuſtande kommen kann, daß von den Elektroden genau ſo viel Elektrizität von entgegengeſetztem Vorzeichen auf die Jonen übergeht, wie ſie ſelbſt beſitzen, ſo folgt daraus, daß dieſe eine ganz beſtimmte elektriſche Ladung tragen müſſen. Dieſelbe läßt ſich leicht feſtſtellen. Das Faradayſche Geſetz kann formuliert werden: Um

ein Grammäquivalent Jonen zur Abſcheidung zu bringen, iſt ſtets ein und dieſelbe Elektrizitätsmenge notwendig; denn bei Aufwendung dieſer Elektrizitätsmenge ſtehen ja die abgeſchiedenen Jonenmengen im Verhältnis der Äquivalentgewichte. Um nun die Größe der Ladung der Jonen kennen zu lernen, iſt es nur nötig, feſtzuſtellen, welche Elektrizitätsmenge den Elektroden zugeführt werden muß, um gerade ein Grammäquivalent zur Abſcheidung zu bringen. Dieſelbe Elektrizitätsmenge, die jeder Elektrode zugeführt worden iſt, muß an den Jonen gehaftet haben, die durch dieſe Elektrizitätsmenge zur Abſcheidung kamen. So ergibt ſich, daß die Ladung eines Grammäquivalentes Jonen 96540 Coulomb beträgt, d. h. 1 g Waſſerſtoffionen oder $^{16}/_{2} = 8$ g Sauerſtoffionen, oder $^{63}/_{2} = 31{,}5$ g Kupferionen, oder 108 g Silberionen, oder 29,75 g Zinnionen oder 35,5 g Chlorionen haben immer eine Ladung von 96540 Coulomb.

Die Anwendbarkeit des Faradayſchen Geſetzes und der ſich unmittelbar aus ihm ergebenden Folgerungen iſt eine ungemein weitreichende. Nur die wichtigſten Konſequenzen wollen wir kurz beſprechen. Durch das Faradayſche Geſetz iſt es möglich, die Elektrizitätsmenge, d. h. die aufzuwendende Stromſtärke für eine beſtimmte Verſuchsdauer, die notwendig iſt, um irgendeinen chemiſchen Effekt zu erzielen, vorher zu berechnen. Der zweite Faktor, deſſen Kenntnis erforderlich iſt, die aufzuwendende elektromotoriſche Kraft, ergibt ſich leicht aus dem Verſuch und annähernd aus der Wärmetönung der gerade beabſichtigten Reaktion; denn da die elektriſche Arbeit $E \times I$ iſt, und wir dieſen Wert der Wärmetönung der chemiſchen Reaktion Q gleichwertig ſetzen können, ſo haben wir, um ein Grammäquivalent irgendwelcher Jonen abzuſcheiden, für den Wert I 96540 Coulomb einzuſetzen und erhalten dann die elektromotoriſche Kraft

$$E = k \times \frac{Q}{96\,540},$$

wobei k das elektriſche Wärmeäquivalent bedeutet. Von dieſer Formel wird in der Praxis oft Anwendung gemacht.

Die Leitfähigkeit.

Die bereits bei den Erſcheinungen des osmotiſchen Druckes beſprochene Diſſoziation der Elektrolyte beſitzt für das Verſtändnis der elektrochemiſchen Erſcheinungen die größte Bedeutung. Wir verſtehen jetzt, daß die Fähigkeit einer Löſung, den Strom zu leiten, nur auf dem Vorhandenſein der elektrolytiſchen Diſſoziation, d. h. der Jonen beruht, und daß ſie ihrem Weſen nach die von

den Elektroden ausgeübte Anziehung auf die elektrisch geladenen Teilchen ist. Die Elektroden wirken daher auf die ungeordnete Bewegung der Jonen richtunggebend und veranlassen eine gerichtete Wanderung. Diese Wanderung der Jonen ist identisch mit der Leitfähigkeit der Elektrolyte. Das Maß der Leitfähigkeit ist die von einem Elektrolyten transportierte elektrische Menge. Dieselbe sitzt lediglich an den Jonen und ist ihrem Betrage nach für jedes Grammäquivalent identisch. Steigt mithin der an die Elektroden gelieferte Betrag der Elektrizität, so muß auch die Anzahl der beteiligten Jonen eine größere sein. So können wir die Leitfähigkeit als ein Maß für die Menge der in der Lösung befindlichen Jonen betrachten. Dadurch ist aus dem Gebiete der Elektrochemie ein Mittel in die Hand gegeben, die Menge der Jonen d. h. die Größe der elektrolytischen Dissoziation festzustellen und die so erhaltenen Werte mit den durch osmotische Bestimmung gewonnenen zu vergleichen. Aus derartigen Messungen ergibt sich eine Übereinstimmung, die den Nutzen der Anschauungsweise in helles Licht setzt. Zur quantitativen Bestimmung des Grades der Dissoziation ermittelt man nach einer Methode, deren Darlegung uns hier zu weit führen würde, den elektrischen Widerstand W eines Elektrolyten in Ohm und nennt den reziproken Wert des Widerstandes $\frac{1}{W}$ bezogen auf eine normale Entfernung (1 cm) und normale Größe (1 qcm) der Elektroden die Leitfähigkeit. Nehmen wir nun an, wir hätten ein Grammäquivalent irgendeines Elektrolyten so stark verdünnt, daß dasselbe vollkommen in seine Jonen gespalten ist, — denn die elektrolytische Dissoziation wächst mit zunehmender Verdünnung — so erhalten wir eine Leitfähigkeit L_1, deren Wert durch die Wirkung sämtlicher Jonen, die das Grammäquivalent bilden kann, bestimmt ist. Besitzt nun der Elektrolyt eine höhere Konzentration, bei der die Dissoziation nur eine teilweise ist, so kann natürlich nur der in die Jonen gespaltene Bruchteil des Grammäquivalentes die Leitfähigkeit besorgen, wodurch dieselbe entsprechend geringer wird. Nennen wir den Bruchteil des Grammäquivalentes, der dissoziiert ist, α, so muß auch die Leitfähigkeit auf den α-ten Teil der für vollkommene Dissoziation ermittelten gesunken sein, d. h. sie beträgt für die zweite Lösung $L_2 = \alpha L_1$ mithin

$$\alpha = \frac{L_2}{L_1}.$$

Es genügt also die Ausführung zweier Leitfähigkeitsbestimmungen,

eine bei der gegebenen Konzentration des Elektrolyten, eine nach sehr weitgehender Verdünnung, um den Dissoziationsgrad α zu bestimmen. Dieser Wert von α muß identisch sein mit den nach osmotischen Methoden gewonnenen Werten der Dissoziationsgrade, was in bestimmten Fällen zutrifft. Auf die Berechnungsweise selbst kann hier nicht eingegangen werden.

Elektromotorische Kräfte.

In den einleitenden Betrachtungen dieses Kapitels hatten wir die Quelle der elektrischen Energie in den chemischen Reaktionen gesucht und in der Wärmetönung ein Maß für dieselbe gefunden, das sich mit Hilfe des Faraday'schen Gesetzes zur Ermittlung der elektromotorischen Kräfte verwenden läßt. Das Auftreten der elektromotorischen Kräfte ist die Bedingung für das Zustandekommen einer elektrischen Strömung. Man nennt chemische Systeme, die der Erzeugung elektrischer Energie dienen, galvanische Elemente, und man kann allgemein sagen, daß ein galvanisches Element eine Anordnung ist, in der zwei Metalle in Flüssigkeit tauchen; entweder zwei gleiche Metalle in verschiedene Flüssigkeiten, oder zwei ungleiche Metalle in gleiche oder verschiedene Flüssigkeiten. Es kommt darauf an, daß die Verhältnisse an den Berührungsstellen von Metall und Flüssigkeit für die beiden Elektroden verschieden sind, so daß man das Auftreten der elektromotorischen Kräfte hauptsächlich in die Berührungsstellen von Metall und Flüssigkeit verlegen darf. Dann zeigt sich ganz allgemein, daß es genügt, wenn irgendwelche Verschiedenheiten an den Berührungsstellen der beiden in den galvanischen Elementen befindlichen Elektroden existieren, um einen stromliefernden Apparat herzustellen. Galvanische Elemente, welche diese bereits durch die Anordnungen gegebenen Verschiedenheiten zur Stromerzeugung ausnutzen, nennt man primäre. Ein Beispiel für dieselben bildet das Daniell'sche Element, bei welchem Kupfer in eine Lösung von schwefelsaurem Kupfer getaucht und Zink in eine Lösung von verdünnter Schwefelsäure gesenkt wird, beide Lösungen durch poröse Tonwandungen voneinander getrennt. Fig. 11. Eine solche Anordnung besitzt eine elektromotorische Kraft von etwa 1,1 Volt. Der für die Elektrizitätserzeugung maßgebende Vorgang besteht darin, daß das Zink sich in der Schwefelsäure zu schwefelsaurem Zink löst und das Kupfer sich aus der schwefelsauren Kupfer-

lösung an der Kupferelektrode metallisch abscheidet. Vom Zink aus gehen also positiv geladene Metallionen in die Lösung, wobei die vorher elektrisch neutrale Zinkelektrode negative Ladung annehmen muß, während positive Kupferionen sich an der Kupferelektrode niederschlagen und diese positiv laden. Man nennt dann das Kupfer den positiven Pol des Elementes, und das Zink den negativen Pol. Verbindet man diese beiden Pole leitend, so gleichen sich die verschiedenen, auf den Elektroden vorhandenen Elektrizitäten aus, man erhält einen elektrischen Strom, der sich, solange die Lösungen wirksam sind und Zink zur weiteren Lösung vorhanden bleibt, dauernd neu erzeugt.

Fig. 11. Daniell-Element.

Ein zweites Beispiel bildet das Bunsen-Element, das aus einer Kombination von Salpetersäure und Kohle einerseits und Zink und Schwefelsäure andrerseits besteht. Auch hier wird das Zink durch Entsendung von positiven Zinkionen in der Form von schwefelsaurem Zink selbst zum negativen Pol, während die Kohle, an der die positiv geladenen Wasserstoffionen der Salpetersäure zur Abscheidung kommen, den positiven Pol bildet. Ein Entweichen des Wasserstoffs tritt in diesem Fall nicht ein, da derselbe sich mit der Salpetersäure verbindet.

Außer diesen primären Stromquellen, deren Wesen in der Anwendung ungleicher Berührungsstellen an den Elektroden liegt, kennen wir auch sogenannte sekundäre Elemente, bei denen man

die die elektromotorische Kraft erzeugende Verschiedenheit erst durch Anwendung eines elektrischen Stromes erzielt. Durch jede Elektrolyse werden an den Elektroden Verhältnisse geschaffen, welche zum Auftreten einer elektromotorischen Kraft führen müssen. Denn da an den beiden Elektroden die verschieden geladenen Jonen zur Abscheidung kommen, seien es Wasserstoff- und Sauerstoff-Jonen, oder Metallionen und Chlorionen, müssen die Verhältnisse an den Elektroden nach der Elektrolyse immer verschiedene sein. Die durch diese Verschiedenheit bedingten elektromotorischen Kräfte versuchen den Effekt der Elektrolyse wieder rückgängig zu machen, indem sie einen Sekundärstrom veranlassen, dessen Richtung und Wirkung dem ursprünglichen Strom entgegengesetzt sind. Man nennt einen solchen sekundären, erst durch die Elektrolyse geschaffenen Strom den Polarisationsstrom. Er findet seine wichtigste wissenschaftliche und technische Verwertung in den Akkumulatoren.

Der Bleiakkumulator besteht aus zwei Bleiplatten, die in verdünnte Schwefelsäure eintauchen. Verbindet man eine der Platten mit dem negativen, die zweite mit dem positiven Pol einer elektrischen Stromquelle, so bemerkt man folgendes: An der negativen Elektrode entwickelt sich Wasserstoff, das Blei bleibt unverändert, während die positive Elektrode sich alsbald mit einem schwarzen Überzug von Bleisuperoxyd, einer Verbindung des Bleis mit dem Sauerstoff, überzieht. Es hat also den Anschein, als ob der Sauerstoff, der an der positiven Elektrode zur Abscheidung kommen würde, das Blei zu oxydieren vermag. In Wirklichkeit ist der Prozeß komplizierter. Wenn man durch längeren Stromdurchgang eine größere Menge dieses schwarzen Bleisuperoxydüberzuges erzeugt hat, die Stromquelle von den Elektroden entfernt, und diese nun miteinander unter Anwendung von Meßinstrumenten verbindet, so beobachtet man einen Strom, dessen elektromotorische Kraft etwa 2 Volt beträgt, und der in einiger Zeit aus der Bleisuperoxydoberfläche wieder eine Bleioberfläche schafft. Ist alles Bleisuperoxyd verschwunden, so hört die Stromlieferung auf. In diesem Fall ist also durch den primären Strom ein System geschaffen worden, das selbständig unter Stromlieferung wieder in den Anfangszustand überzugehen vermag. Die wichtigste Eigenschaft dieses Apparates besteht nun darin, daß man den gesamten Betrag von Elektrizität, welchen man unter Anwendung der primären Stromquelle in den Elektrolyten hineingeschickt hat, durch

den Polarisationsstrom wiedergewinnen kann. Dadurch läßt sich der Bleiakkumulator (Akkumulator heißt Anhäufer) benutzen, um Elektrizität in Form von chemischer Energie aufzubewahren; denn die einmal durch die primäre Stromquelle behandelte oder formierte Platte bleibt in der Schwefelsäure so lange unverändert, wie man eine leitende Verbindung zwischen den Elektroden vermeidet, und nur gleichzeitig mit der Stromlieferung tritt die chemische Reaktion ein, welche die Platte in ihren ursprünglichen Zustand zurückversetzt. Man nennt den primären Strom den Ladungsstrom, den sekundären, den Entladungsstrom der Akkumulatoren, deren technische Form die nebenstehende Abbildung, Fig. 12 zeigt.

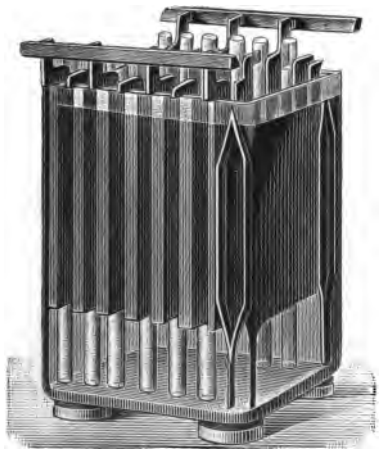


Fig. 12. Akkumulator.

Anwendungen.

Wir wollen hier nur in Kürze die verschiedenen Möglichkeiten der Anwendung der elektrischen Energie in der Chemie besprechen, ohne auf die Einzelheiten einzugehen[1]). Außer der Umwandlung der chemischen Energie in elektrische, die wir bisher dargelegt haben, handelt es sich um die Umwandlung der elektrischen in die chemische Energie, und die Rolle der Elektrochemie für dieses Gebiet ist in der Praxis die bedeutendere. In der wissenschaftlichen Chemie verwendet man die Eigenschaft des Stromes, Metallsalzlösungen unter Abscheidung des Metalls, das an die negative Elektrode gelangt, zu zerlegen, zur quantitiven Analyse der Metallsalze.

Die Fähigkeit vieler wässriger Lösungen, wie z. B. die der Schwefelsäure unter Entwicklung von Wasserstoff und Sauerstoff zersetzt zu werden, läßt sich nicht nur zur Darstellung der Gase benutzen, sondern auch um diese Gase mit andern im Elektrolyten gelösten Substanzen zu verbinden. Diese Art der elektrischen Reduktionswirkung (Wasserstoffwirkung) und Oxydationswirkung

1) S. genaueres in Arndt, Elektrochemie, Bd. 234 dieser Sammlung.

(Sauerstoffwirkung) besitzt für die anorganische wie für die organische Chemie gleich große Wichtigkeit.

Die technische Anwendung der Elektrochemie bezieht sich auf ähnliche Fragen, wie die wissenschaftliche, nur ist das Bild durch die Größe der Dimensionen und die Art des praktischen Zieles ein anderes. Die Elektrolyse der Metallsalzlösungen wird in der Galvanostegie benutzt, um unedle Metalle mit edlen Metallen zu überziehen, indem man erstere als negative Elektroden in Lösungen von Gold-, Silber- oder Platinsalzen benutzt. Da die an die positive Elektrode gelangenden Jonen, wie etwa das Chlor der Salzsäure und andere, die Eigenschaft besitzen viele Metalle zu lösen, so kann man auch auf elektrische Weise Metalle zur Lösung bringen und im gereinigten Zustande an der negativen Elektrode wieder niederschlagen. So wird im allergrößten Maßstabe das reine Kupfer aus dem Rohkupfer dargestellt. Zu künstlerischen Zwecken, zu Vervielfältigungszwecken im Buchdruckereigewerbe findet sowohl die Auflösung der Metalle, wie die Abscheidung ausgedehnte Anwendung.

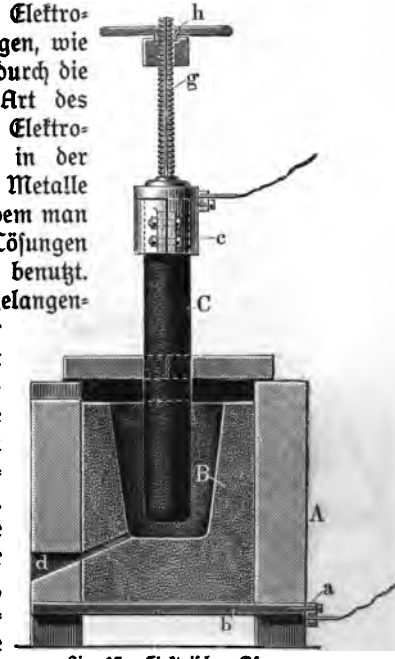


Fig. 13. Elektrischer Ofen.

Bei den theoretischen Auseinandersetzungen haben wir uns auf die Lösungen beschränkt, ohne die geschmolzenen Salze, die auch schon als Elektrolyte genannt worden sind, eingehender zu betrachten. Das hat seinen Grund in der geringeren Ausbildung der wissenschaftlichen Lehre dieses Zweiges. Die technische Anwendung der Elektrolyse der geschmolzenen Salze ist aber eine ungemein wichtige. Der chemische Vorgang der Zersetzung ist der gleiche, wie bei den Lösungen, nur gestattet das Fehlen des Wassers auch solche Metalle direkt zu gewinnen, welche mit Wasser reagieren. So gelang es erst mit Hilfe der Elektrolyse, aus geschmolzenen Natriumsalzen oder Natriumoxyd das metallische Natrium herzustellen, und ebenso ist die Darstellung des Kalium-, des Kalzium-Metalls, des Aluminium-Metalls nur aus den geschmolzenen Salzen möglich. Zur Ausführung

solcher Elektrolysen im Schmelzfluß bedient man sich elektrischer Apparate, derer Einrichtung die umstehende Fig. 13 zeigt. Da der Strom in dem von ihm durchflossenen Gebiete Wärme erzeugt, so kann man bei Anwendung starker Ströme diese elektrische Wärme benutzen, um das Schmelzen der Metallsalze herbeizuführen und zu erhalten. Bei kleineren Versuchen genügt die Zufuhr von äußerer Wärme, um denselben Effekt zu erzielen.

Das Verfahren, die ungeheuer große Wärmeentwicklung bei Anwendung der starken Ströme, welche die Technik benutzt, zur Erzielung chemischer Reaktionen zu verwenden, hat gleichfalls wissenschaftlich und technisch die größte Bedeutung erlangt. Der Flammenbogen, der zwischen zwei Elektroden hergestellt werden kann, erzeugt Temperaturen bis etwa 4000°. Die chemischen Reaktionen in diesem extremen Temperaturgebiet weichen vollständig von den unter gewöhnlichen Temperaturen angestellten ab, so daß hier eine Reihe äußerst merkwürdiger Tatsachen beobachtet worden ist.

Fig. 14. Elektrischer Ofen.

Der elektrische Ofen.

Nach den Beobachtungen und Berechnungen verschiedener Forscher besitzt die Sonnenoberfläche eine Temperatur von 5400 bis 10 000°C, während die höchste künstlich erzeugbare Temperatur etwa 4000° beträgt, also nicht zu weit von der untern Grenze der möglichen Sonnentemperatur entfernt ist. Wir können hohe Temperaturen durch den Verbrennungsprozeß erzeugen, indem wir etwa Leuchtgas, Wasserstoff oder Kohle sich mit Sauerstoff vereinigen lassen. Die höchsten, auf diese Weise erreichbaren Temperaturen liegen bei 2000°—3000°. Bei diesen schmelzen Platin, Gold, Porzellan und Schamotte, nur die gebrannte Magnesia bleibt widerstandsfähig. In neuerer Zeit gelang es, durch Verbrennung des Aluminiums mit dem im Eisenoxyd oder Chromoxyd enthaltenen Sauerstoff ähnlich hohe Temperaturen zu erhalten. Neben diesen chemischen Methoden aber ist die hauptsächlich von dem französischen Forscher Moissan ausgearbeitete und mit glänzendem Erfolge benutzte elektrische von größter Bedeutung. Der Lichtbogen, welcher zwischen zwei Kohlen-

stäben durch den elektrischen Strom in der Luft erzeugt und in der Bogenlampe als Lichtquelle seit langem benutzt wird, besitzt eine ungemein hohe Temperatur, die bei starken elektrischen Strömen auf 3—4000° gesteigert werden kann.

Den Apparat, in dem diese hohen Temperaturen für chemische Reaktionen verwertet werden, nennt man den elektrischen Ofen. Seine Einrichtung, Fig. 14, besteht aus einigen Blöcken ungelöschten oder kohlensauren Kalkes, welche Öffnungen zur Durchführung starker Kohlenstäbe und zwischen deren sich nicht berührenden Spitzen

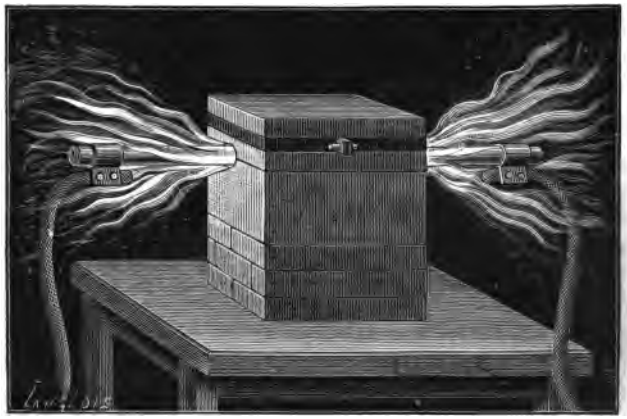


Fig. 15. Elektrischer Ofen im Betrieb.

eine Vertiefung zur Aufnahme der Substanzen besitzen. Figur 15 zeigt den Ofen im Betrieb.

Werfen wir nun einen Blick auf das Verhalten der verschiedensten Stoffe bei diesen extrem hohen Temperaturen, so bietet sich uns ein Bild dar, das mit dem aus den gewöhnlichen Verhältnissen bekannten keine Ähnlichkeit mehr besitzt. Bereits bei Temperaturen von wenig über 1000° beginnt eine Reihe von Elementen, wie Jod, Schwefel, Phosphor u. a. zu zerfallen. Die bei den hohen Temperaturen beobachteten Veränderungen deuten darauf hin, daß ein Zerfall der Moleküle, teils in die Atome selbst, teils in einfachere Moleküle stattgefunden hat.

Das Wasser kann bei den extrem hohen Hitzegraden nicht mehr bestehen: es zerfällt in Wasserstoff und Sauerstoff; auch die Kohlensäure zersetzt sich, — Stoffe, die jetzt auf der Erdoberfläche

zu den beständigsten gehören und deren Gegenwart für das organische Leben unerläßlich ist.

Noch überraschender ist die Wirkung der Lichtbogenhitze auf eine Reihe fester Körper, die bei unseren Temperaturverhältnissen als ganz unveränderlich erscheinen. Kieselsäure (Sand), Kalk, Metalle, wie Gold, Eisen, Silber oder Platin sind bei den extrem hohen Temperaturen Gase.

Unter den chemischen Elementen nimmt der Kohlenstoff eine eigenartige und bedeutsame Stellung ein. Er ist das Element, das in allen lebenden Organismen enthalten ist. Seine Fähigkeit, sich mit andern Elementen zu verbinden, ist eine so große, daß das Gebiet der Kohlenstoffverbindungen — die organische Chemie — den umfangreichsten Teil der gesamten Chemie darstellt. In dem Haushalt der Natur spielt der Kohlenstoff eine unentbehrliche Rolle, und gleichzeitig bedeutet er für den Menschen die Hauptquelle der Energie, welche ihm für die Aufgaben und Ziele der Technik zur Verfügung steht. In den großen Steinkohlen- und Braunkohlenlagern, in den Petroleumquellen ist der Kohlenstoff durch seine Fähigkeit unter Wärmeentwicklung zu verbrennen, der Träger der gewaltigsten Arbeitswerte.

Wir kennen drei eigenartige Modifikationen des Kohlenstoffs, den amorphen — den Hauptbestandteil der gewöhnlichen Kohle — dann den kristallinischen Graphit und schließlich den durchsichtigen, kristallisierten Kohlenstoff, den Diamanten. Alle diese drei Formen sind bei den jetzt auf der Erde herrschenden Bedingungen der Temperatur und des Druckes ungemein beständig und schwer ineinander überführbar, so daß die Spaltung dieses Elementes in seine drei Modifikationen zu einer Zeit auf der Erde eingetreten sein muß, in der ganz andere und weit mächtigere Naturkräfte wirksam waren. Die Chemie der höchsten Temperaturen lehrt uns, daß diese Kräfte sehr hohe Hitzegrade im Verein mit großen Druckwirkungen gewesen sein müssen.

Bei der Temperatur des Lichtbogens kann der Kohlenstoff verdampft und unter Umständen auch verflüssigt werden. Erhitzt man den amorphen Kohlenstoff, wie er etwa durch Verkohlung des Zuckers entsteht, auf Temperaturen von 3—4000°, so verdampft er, ohne sich vorher zu verflüssigen und geht bei der Abkühlung direkt in den kristallinischen Graphit über. Weit wichtiger aber und verlockender erscheint das Problem, das unscheinbare amorphe Element in den kostbarsten und schönsten Edelstein, den Diamanten,

zu verwandeln und künstlich die Naturtätigkeit einer grauen Vorzeit in winzigem Maßstabe aufs neue ins Leben zu rufen. Die Lösung auch dieses Problems ist Moissan gelungen. Bei Temperaturen von 1100 bis 1300° sind einige Metalle leicht zu verflüssigen. Eine Anzahl der flüssigen Metalle hat bei dieser Temperatur das Vermögen, den Kohlenstoff aufzulösen; bei der Abkühlung scheidet sich ein Teil des Gelösten wieder ab. Es verhält sich also der Kohlenstoff unter diesen Bedingungen wie der Zucker, der sich im heißem Wasser reichlicher, als in kaltem löst. Häufig bildet die bei der Abkühlung eintretende Abscheidung Kristalle; man bezeichnet dann diesen Vorgang als „Kristallisation".

So hoffte Moissan den Kohlenstoff aus einem flüssigen Metall kristallisieren und in Diamanten verwandeln zu können. Dieses Ziel erreichte er aber erst, als er außer den hohen Temperaturen, die zur Lösung des Kohlenstoffs nötig waren, gewaltige Drucke anwandte, und zwar in der folgenden einfachen Form.

Es ist seit langem bekannt, daß das Eisen die Fähigkeit hat, Kohlenstoff zu lösen. Je nach dem Gehalt an Kohlenstoff unterscheidet man Gußeisen, Schmiedeeisen und Stahl. Die Erfahrungen in der Herstellung dieser Produkte lenkten Moissan auf die Anwendung des Eisens als Lösungmittel für den Kohlenstoff. Um den zur Bildung des Diamanten notwendigen Druck zu erreichen, machte sich Moissan die Ausdehnung des geschmolzenen Eisens im Momente des Überganges vom flüssigen in den festen Zustand zunutze. Taucht man das geschmolzene Eisen plötzlich in kaltes Wasser, so erstarrt zunächst die Außenseite des Eisens und bildet ein Band, innerhalb dessen sich die beim Festwerden des flüssigen Kerns eintretende Ausdehnung nur unter Überwindung eines ungemein hohen Druckes vollziehen kann. Bei der Ausführung des Versuchs wurde in einem Kohlentiegel eine Mischung von reinem Eisen mit amorphem Kohlenstoff im Lichtbogen eines elektrischen Ofens auf etwa 3000° erhitzt und dann durch plötzliches Eintauchen in kaltes Wasser zum Erstarren gebracht. Nach der Entfernung des Eisens durch Behandlung mit Säuren hinterblieb der Kohlenstoff zum Teil in winzigen Kriställchen, die sich in allen Eigenschaften als identisch mit den natürlichen Diamanten erwiesen.

So schenken uns diese Versuche einen Einblick in die gewaltigen Druck- und Hitzeverhältnisse, die zur Zeit der Diamantenbildung auf der Eroberfläche tätig waren.

Noch eine zweite wichtige Reaktion des Kohlenstoffs bei den

höchsten Temperaturen lehrte Moissan kennen in der Fähigkeit des Elementes, sich mit den Metallen zu verbinden und die sogenannten Karbide zu liefern. Diese Metallkohlenstoffverbindungen, zum Teil durchsichtige Kristalle, entstehen, wenn man die Sauerstoffverbindungen der Metalle mit einem Überschuß von Kohlenstoff in der Lichtbogenhitze behandelt. Von den Karbiden besitzt das Kalziumkarbid die größte technische Bedeutung durch seine Eigenschaft, schon durch kaltes Wasser unter Bildung des Acetylens zersetzt zu werden, eines Gases, das durch die ungemeine Helligkeit seiner Flamme vielseitige Anwendung zu Beleuchtungszwecken gefunden hat.

Hervorragendes wissenschaftliches Interesse bieten die Karbide der selteneren Metalle: Uran, Lanthan und Cer, die mit Wasser ein Gemisch von gasförmigen, flüssigen und festen Kohlenwasserstoffen — das sind Verbindungen von Wasserstoff und Kohlenstoff — bilden, ein Gemisch von der Zusammensetzung und dem Verhalten des natürlich vorkommenden Petroleums.

Die Ausströmungen von Sumpfgas, die in vielen Gegenden jahrhundertelang ohne Unterbrechung stattfinden, führt Moissan auf die Umsetzung des Aluminiumkarbides mit Wasser, die reines Sumpfgas liefert, zurück.

Auch einige vulkanische Erscheinungen können diesen Zersetzungen der Karbide zugeschrieben werden. Eine Bodenbewegung, die Wasser mit großen Mengen von Karbiden in plötzliche Berührung bringt, bewirkt unter starker Temperaturerhöhung eine immense Gasentwicklung und die Bildung einer Reihe kohlenstoffhaltiger Körper, so daß die hier stattfindenden Reaktionen durchaus zu den explosiven Erscheinungen, zu den Ausbrüchen und Ausströmungen der vulkanischen Eruptionsmassen Veranlassung geben können.

Unter den durch Wasser nicht zersetzlichen Karbiden hat die Verbindung des Siliciums durch seine, der des Diamanten fast gleichkommende Stärke als Schleifmittel und Ersatz des Diamanten zu diesem Zweck unter dem Namen Karborundum bereits ausgedehnte Anwendung in der Technik gefunden.

Aus den bei diesen höchsten Temperaturen angestellten Versuchen folgt ferner mit großer Wahrscheinlichkeit, daß zu der Periode, in der der Kohlenstoff nur in Verbindung mit Metallen existierte, auch der jetzt gasförmige und elementare Stickstoff lediglich als Bestandteil einer festen Metallverbindung auf der Erdoberfläche vorkam. Jedenfalls befinden sich die bei den beiden höchsten

Temperaturen entstehenden und beständigen Verbindungen und Verhältnisse noch auf den Gestirnen mit hoher Temperatur, so daß uns dieses Gebiet der Chemie nicht nur in die Naturverhältnisse entlegener geologischer Perioden zu führen vermag, sondern uns auch über den jetzigen Zustand ferner Welten belehrt.

Zehntes Kapitel.

Photochemie.

Die Wechselwirkung zwischen der chemischen und der strahlenden Energie ist trotz der Bedeutung, welche die hierher gehörenden Prozesse in der Natur, in der Wissenschaft und in der Technik besitzen, noch nicht so weit untersucht worden, wie die elektrochemischen und thermochemischen Prozesse. Die Ursache liegt in der schwierigen experimentellen Behandlung dieser Fragen und der Unmöglichkeit, die strahlende Energie so bequem genau zu messen und zu dosieren, wie wir das bei anderen Energieformen ausführen können.

Man kennt seit uralten Zeiten den Einfluß des Lichtes auf die stoffliche Zusammensetzung; man weiß, daß Farben in der Sonne bleichen, daß die Pflanzen unter der Wirkung des Sonnenlichtes ergrünen, man hat die Lichtempfindlichkeit vieler Substanzen, besonders der Silbersalze genau untersucht, und in der Photographie auch der technischen Anwendung zugänglich gemacht. Zu der strahlenden Energie gehört außer dem Licht auch eine Reihe anderer in der letzten Zeit künstlich hergestellter Energieformen, wie die Röntgenstrahlen, die in einer luftleer gemachten Glaskugel bei Durchgang der Elektrizität erzeugt werden, wie die Radiumstrahlen, welche die Salze dieses merkwürdigen, erst im letzten Jahrzehnt entdeckten Metalles dauernd aussenden. Alle diese Strahlen, ob sie für das Auge sichtbar sind oder nicht, zeigen eine mehr oder minder starke chemische Wirkung, die oft darin besteht, daß Prozesse, die sich im Dunkeln langsam abspielen, beschleunigt werden, oder daß Reaktionen eintreten, die ohne Bestrahlung überhaupt ausbleiben, oder daß chemische Vorgänge im Lichte in entgegengesetzter Richtung verlaufen, wie im Dunkeln.

Die wichtigste Strahlungsquelle ist die Sonne. Das Sonnenspektrum lehrt, daß das weiße Licht der Sonne aus einer großen Anzahl verschieden gefärbter Strahlen zusammengesetzt ist. Diese,

mit Hilfe eines Prismas als Spektrum ausgebreitet und getrennt, können einzeln auf ihre chemische Wirksamkeit untersucht werden. (Fig. 16.) Dabei zeigt sich, daß die verschieden gefärbten Strahlen eine verschiedene Wirksamkeit besitzen. Die roten Strahlen des Spektrums liefern hauptsächlich Wärme, ihre chemische Fähigkeit ist nur gering. Je mehr man von den roten Strahlen des Spektrums über die gelben nach den blauen und violetten hingelangt, desto mehr nimmt die Wärmewirkung ab und die chemische zu, und als die chemisch wirksamsten Strahlen erweisen sich die violetten und die unsichtbaren, jenseits des Violetts liegenden Strahlen, die ultravioletten.

Die technisch bedeutungsvollste Anwendung der Photochemie[1]) bietet die Photographie. Sie beruht auf der ungemein großen Lichtempfindlichkeit der Silbersalze, speziell des Silberbromids, einer

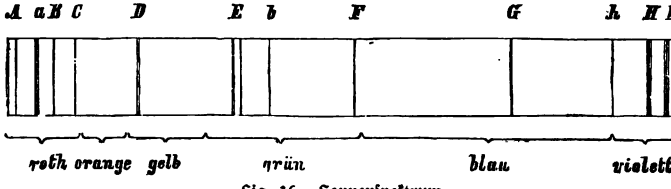


Fig. 16. Sonnenspektrum.

Verbindung der Elemente Silber und Brom. Das Silberbromid wird unter der Einwirkung des Sonnenlichtes, das die chemisch wirksamen Strahlen im reichen Maße enthält, zersetzt, und zwar ist die Zersetzung proportional der Lichtintensität. Wenn also auf eine mit Bromsilber bestrichene Glasplatte, die natürlich im Dunkeln hergestellt werden muß, Licht fällt, so werden entsprechend der Helligkeit, die verschiedenen Stellen der Bromsilberplatte verschieden stark vom Lichte angegriffen. Besitzt man ein Mittel, um diese chemische Einwirkung auf der Platte wieder in Helligkeitsunterschiede zu verwandeln, so erhält man ein Bild der Lichtquelle, die den Reiz auf die Glasplatte ausgeübt hat. Dabei ist es gleichgültig, ob etwa direktes Licht oder reflektiertes Licht zur Wirkung kommt. Bei der jetzt gebräuchlichen Ausführungsform der Photographie erzielt man durch die Belichtung auf der Bromsilberplatte kein direkt sichtbares, sondern ein verborgenes (latentes) Bild,

Reiz - Stimulus.

1) Speziellere Belehrung bietet Photochemie von Prof. Dr. G. Kümmell; Bd. 227 dieser Sammlung.

das die chemische Einwirkung des Lichtes dem Auge noch nicht verrät. Erst durch eine chemische Behandlung, welche die leichtere Angreifbarkeit der belichteten Stellen gegenüber den unbelichteten zur Abscheidung von metallischem Silber in der Form einer feinen schwarzen Haut benutzt, durch das sog. Entwicklungsverfahren, gelingt es, die Unterschiede der Lichtintensität wieder sichtbar zu machen. Ist das erreicht, so muß durch einen zweiten Prozeß das noch unangegriffene Bromsilber, welches ja lichtempfindlich geblieben ist, durch ein Lösungsmittel (unterschwefligsaures Natron) entfernt werden, ein Prozeß, den man als Fixieren bezeichnet. Man erhält auf diese Weise ein Bild, das die größten Helligkeiten durch die stärksten Silberabscheidungen, d. h. durch die tiefste Schwarzfärbung wiedergibt und alle weniger hellen Stellen der Lichtquelle durch eine geringere Silberausscheidung, d. h. durch eine lichtere Färbung auf der Platte festhält. Was an der Lichtquelle hell war, wird dunkel, was an der Lichtquelle dunkel war, bleibt hell. Man bezeichnet ein solches, die Eindrücke gerade im entgegengesetzten Sinne wiedergebendes Bild, als ein negatives. Das positive Bild, das die Helligkeitseindrücke der Lichtquelle entsprechend wiedergibt, erhält man dadurch, daß man nunmehr eine neue Bromsilberplatte oder Bromsilberpapier mit der negativen Glasplatte bedeckt und durch diese die Lichtstrahlen auf die zweite Platte oder das Papier fallen läßt. Das Licht dringt durch die im negativen Bilde hellsten Stellen am stärksten und erzeugt die dunkelste Färbung. Die im negativen Bilde schwarzen Teile halten das Licht zurück und lassen das positive Bild an diesen Stellen hell erscheinen, so daß eine Umkehrung der Lichteffekte gegenüber der negativen Platte erzielt wird und dadurch die Lichtverteilung entsprechend der Lichtquelle gewonnen wird. Man bezeichnet das so erhaltene Bild, das durch eine ähnliche Behandlungsmethode entwickelt und fixiert wird, als das positive, als die eigentliche Photographie.

Ein photochemischer Prozeß von der allergrößten Bedeutung spielt sich in der Natur bei der Entwicklung der Pflanzen ab. Die Entstehung der wichtigsten Naturprodukte, des Zuckers und der Stärke, in den Pflanzen vollzieht sich nur unter der Einwirkung der Lichtstrahlen, und zwar vermag die Pflanze aus der Kohlensäure der Luft und dem Wasser diese komplizierte organische Verbindung aufzubauen, wobei sie die Lichtstrahlen als Energiequelle benutzt, so daß hier ein besonders wichtiges Beispiel für den Übergang der strahlenden oder Lichtenergie in die chemische Energie

vorliegt. Bei diesem Prozeß spielt die grüne Farbe der Pflanzen, die sie der Gegenwart eines bestimmten Farbstoffes, des Chlorophylls, verdanken, eine bedeutsame Rolle. Der Assimilationsvorgang, wie man den Übergang von Kohlensäure und Wasser in Zucker und Stärke nennt, tritt am reichlichsten unter Einwirkung der roten und gelben Sonnenstrahlen ein, d. h. derjenigen, deren chemische Wirkung gering, deren Wärmewirkung groß ist. Man hat nun gefunden, daß gerade der grüne Blattfarbstoff die Fähigkeit besitzt, die Wärmestrahlen in chemisch wirksame umzuwandeln, so daß dem Chlorophyll die Funktion zukommt, die reichlich im Sonnenlichte vorhandenen Wärmestrahlen für einen chemischen Prozeß verwertbar zu machen. Man nennt deshalb Chlorophyll einen Sensibilisator, d. h. einen Verstärker der Lichtempfindlichkeit. Die Erkenntnis dieser Tatsache ist auch für die künstliche Photographie bedeutungsvoll geworden. Bei der Unempfindlichkeit der photographischen Platten gegenüber dem roten Licht, und bei der geringen Empfindlichkeit gegenüber dem gelben Licht erscheinen in der photographischen Reproduktion rote und gelbe Gegenstände als dunkel, als wirkungslos oder schwarz. Man kann dem Bromsilberüberzug der photographischen Platte Chlorophyll oder andere Farbstoffe zusetzen, die wie dieses, das Vermögen haben, die roten Strahlen chemisch wirksam zu machen. Dann erscheinen auch rote und gelbe Lichter entsprechend ihrer Helligkeit als lichtausendende auf dem positiven Bilde, wodurch zur Wahrheit der Darstellung viel beigetragen wird. Man nennt so vorbereitete Platten farbenempfindliche.

Von den Reaktionen, die unter der Einwirkung des Lichtes vor sich gehen, seien nur noch wenige genannt, die wissenschaftliche Bedeutung besitzen. Bestimmte Elemente, wie Schwefel und Phosphor, verändern sich unter der Einwirkung des Lichtes, der Phosphor dadurch, daß er aus seiner giftigen weißen Form in die ungiftige rote Modifikation übergeführt wird, der Schwefel dadurch, daß er seine Kristallform ändert. Ferner zeigt ein selteneres, dem Schwefel naheſtehendes Element, das Selen, die Eigenschaft, unter der Einwirkung des Lichtes seinen elektrischen Widerstand zu verändern und sofort bei Unterbrechung der Belichtung den ursprünglichen Widerstand wieder anzunehmen. Man hat diese Tatsache benutzt, um Lichteindrücke auf elektrische Weise in die Ferne zu vermitteln, ein Verfahren, das als sog. Fernphotographie eine große Zukunft verspricht.

Eine der merkwürdigsten Lichtreaktionen ist die Bildung der Salzsäure aus ihren beiden Elementen, dem Wasserstoff und dem Chlor. Während diese beiden Gase im Dunkeln nicht oder nur langsam reagieren, ist die Reaktion bei der Bestrahlung eine so heftige, daß die Vereinigung zur Salzsäure unter starker Explosion eintritt, weshalb man diesem Gasgemisch den Namen Chlorknallgas gegeben hat.

Um die chemische Wirksamkeit der Lichtintensität zu messen, gebraucht man Apparate, die als Aktinometer bezeichnet werden. Ihr Prinzip beruht auf der Messung des chemischen Effektes bei Bestrahlung mit einer bestimmten Lichtquelle während einer bestimmten Zeit. Man unterscheidet nach den zur Messung verwandten Reaktionen Chlorsilber-Aktinometer, welche die Lichtempfindlichkeit dieses Salzes benutzen, Chlorknallgas-Aktinometer, die aus der Messung der gebildeten Salzsäure einen Schluß auf die chemisch wirksame Lichtintensität gestatten, und andere.

Von den Gesetzen, welche die photochemischen Wirkungen beherrschen, seien folgende erwähnt. Man hat gefunden, daß die Wirkung des Lichtes mit der Dauer der Einwirkung zunächst wächst, d. h. daß das Licht zuerst langsam und nach und nach schneller einwirkt, eine Erscheinung, die man photochemische Induktion nennt. Ferner ist die chemische Wirkung der Lichtstärke proportional, während die Lichtintensitäten einer Lichtquelle in verschiedenen Entfernungen sich umgekehrt proportional den Quadraten der Entfernungen verhalten. Schließlich bezeichnet man das Produkt aus der Lichtstärke und der Zeit als den photochemischen Effekt. Derselbe ist der gesamten Wirkung des Lichtes während der Dauer der Belichtung proportional. Nur derjenige Anteil des Lichtes ist chemisch wirksam, der von dem reagierenden System absorbiert wird. Meist wird aber nur ein Teil des absorbierten Lichtes zur chemischen Umsetzung verbraucht; die optische Absorption ist dann größer als die sog. photochemische Extinktion.

Mit diesen Betrachtungen wollen wir schließen, da die chemische Wirkung der Röntgenstrahlen, der Radiumstrahlen und anderer in der letzten Zeit erst genauer studierten Strahlenarten noch nicht genügend erforscht ist, um einen allgemeinen Überblick über die diese Gebiete beherrschenden Gesetze zu gestatten.

Quellenverzeichnis.

Fig. 8, 9, 10 aus Ostwald-Luther, Hand- und Hilfsbuch zur Ausführung physikochemischer Messungen, II. Aufl., Wilhelm Engelmann, Leipzig.

Fig. 11 aus Classen-Löb, Quantitative Analyse, Jul. Springer, Berlin.

Fig. 12 aus Ahrens, Elektrochemie, Ferd. Enke, Stuttgart.

Fig. 13 aus Borchers, Elektro-Metallurgie, Hirzel, Leipzig.

Fig. 14, 15 aus Moissan-Zettel, der elektrische Ofen, Fischers technolog. Verlag, M. Krayn, Berlin.

Fig. 16 aus Meyer-Schwalbe, Diesterwegs populäre Himmelskunde, Emil Goldschmidt, Berlin.

Aus Natur- und Geisteswelt

Jeder Band geheftet M. 1.–, in Leinwand gebunden M. 1.25

Auf dem Gebiete der Naturwissenschaften

sind in der Sammlung u. a. erschienen:

Die Grundbegriffe der modernen Naturlehre. Von Prof. Dr. Felix Auerbach. Bd. 40.

Molekule – Atome – Weltäther. Von Prof. Dr. Gustav Mie. Bd. 58.

Die Lehre von der Energie. Von Alfred Stein. Bd. 257.

Das Licht und die Farben. Sechs Vorlesungen, gehalten von Prof. Dr. Ludwig Graetz. Bd. 17.

Sichtbare und unsichtbare Strahlen. Von Prof. Dr. Richard Börnstein und Prof. Dr. Willy Marckwald. Bd. 64.

Die optischen Instrumente. Von Dr. Moritz v. Rohr. Bd. 88.

Das Stereoskop und seine Anwendungen. Von Prof. Th. Hartwig. Bd. 135.

Das Mikroskop, seine Optik, Geschichte und Anwendung, gemeinverständlich dargestellt. Von Dr. W. Scheffer. Bd. 35.

Luft, Wasser, Licht und Wärme. Neun Vorträge aus dem Gebiete der Experimental-Chemie. Von Prof. Dr. R. Blochmann. Bd. 5.

Die Erscheinungen des Lebens. Von Dr. Hugo Miehe. Bd. 130.

Aus der Vorzeit der Erde. Vorträge über allgemeine Geologie. Von Prof. Dr. Fritz Frech. In 5 Bänden. Bd. 207–211.

Das Eisenhüttenwesen. Acht Vorträge von Geh. Bergrat Dr. Hermann Wedding. Bd. 20.

Hebezeuge. Das Heben fester, flüssiger und luftförmiger Körper. Von Prof. Richard Vater. Bd. 196.

Die Metalle. Von Prof. Dr. Karl Scheid. Bd. 29.

Heizung und Lüftung. Von Ingenieur Johann Eugen Mayer. Bd. 241.

Bilder aus der chemischen Technik. Von Dr. Artur Müller. Bd. 191.

Elektrochemie. Von Dr. Kurt Arndt. Bd. 234.

Photochemie. Von Prof. Dr. Gottfried Kümmell. Bd. 227.

Chemie in Küche und Haus. Von Prof. Dr. G. Abel. Bd. 76.

Nähere Angaben über die Bände siehe im Anhang

B. G. TEUBNERS HANDBÜCHER FÜR HANDEL UND GEWERBE

HERAUSGEGEBEN VON

Dr. VAN DER BORGHT
GEH. REGIERUNGSRAT IN BERLIN

Dr. SCHUMACHER
PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT BONN

Dr. STEGEMANN
GEH. REGIERUNGSRAT IN BRAUNSCHWEIG

Die Handbücher sollen in erster Linie dem Kaufmann und Industriellen ein geeignetes Hilfsmittel bieten, sich rasch ein wohlbegründetes Wissen auf den Gebieten der Handels- und der Industrielehre, der Volkswirtschaft und des Rechtes, der Wirtschaftsgeographie und der Wirtschaftsgeschichte zu erwerben, wie es die erhöhten Anforderungen des modernen Wirtschaftslebens erfordern. Aber auch allen Volkswirtschaftlern und Politikern sowie den Verwaltungs- und Steuerbehörden wird die Sammlung willkommen sein, da sie in ihr die so oft nötigen zuverlässigen Nachschlagewerke über die verschiedenen kaufmännischen und industriellen Fragen finden werden.

Anlage von Fabriken. Von H. Haberstroh, E. Weidlich, E. Görts und Dr. R. Stegemann. Mit 274 Abbild. u. Plänen sowie 6 Tafeln. [XIII u. 528 S.] gr. 8. 1907. Geh. *M.* 12.—, in Leinw. geb. *M.* 12.80.

Betrieb von Fabriken. Von Dr. F. W. R. Zimmermann, A. Johanning, H. v. Frankenberg u. Dr. R. Stegemann. Mit 3 Abbild. u. zahlreichen Formularen. [VI u. 436 S.] gr. 8. 1905. Geh. *M.* 8.—, in Leinw. geb. *M.* 8.60.

Einführung in die Elektrotechnik. Physikalische Grundlagen und technische Ausführungen. Von R. Rinkel. Mit 445 Abbildungen. [VI u. 464 S.] gr. 8. 1908. Geh. *M.* 11.20, in Leinw. geb. *M.* 12.—

Die Eisenindustrie. Von Oskar Simmersbach. Mit 92 Abbild. [X u. 322 S.] gr. 8. 1906. Geh. *M.* 7.20, in Leinw. geb. *M.* 8.—

Die Zuckerindustrie. gr. 8. 1905. Geh. *M.* 7.40, in Leinw. geb. *M.* 7.80. Einzeln: I. Teil: Die Zuckerfabrikation. Von Dr. H. Claaßen u. Dr. W. Bartz. Mit 79 Abbild. [X u. 270 S.] Geh. *M.* 5.60, in Leinw. geb. *M.* 6.— II. Teil: Der Zuckerhandel. Von O. Pilet. [IV u. 92 S.] Geh. *M.* 1.80, in Leinw. geb. *M.* 2.20.

Die Zuckerproduktion der Welt. Von Geh.-Rat Prof. Dr. H. Paasche. [VI u. 338 S.] gr. 8. 1905. Geh. *M.* 7.40, in Leinw. geb. *M.* 8.—

Versicherungswesen. Von Dr. A. Manes. [XII u. 468 S.] gr. 8. 1905. Geh. *M.* 9.40, in Leinw. geb. *M.* 10.—

In Vorbereitung:

Einführung in die Volkswirtschaft von Professor Dr. Eckert, Cöln.

Geld-, Bank- und Börsenwesen von Professor Dr. Schumacher, Bonn.

Verkehrswesen von Professor Dr. Wiedenfeld, Cöln.

Staats- und Verwaltungsrecht des Deutschen Reiches und der Einzelstaaten von Professor Stier-Somlo, Bonn.

Zollwesen von Regierungsrat Ueberschaer, Cöln-Brunsfeld.

Einleitung in die Chemie von Professor Dr. Partheil, Königsberg.

Einführung in die wirtschaftliche Statistik von Professor Dr. A. Wirminghaus, Cöln.

Sozialpolitik von Prof. Dr. O. von Zwiedineck-Südenhorst, Karlsruhe i. B.

Genossenschaftswesen von Privatdozent Dr. Wygodzinski, Bonn.

Organisation und Technik des internationalen Getreidehandels von Dr. Viktor Heller, Wien.

Ausführlicher Prospekt auf Verlangen umsonst und postfrei vom Verlage

B. G. TEUBNERS HANDBÜCHER FÜR HANDEL UND GEWERBE

DIE CHEMISCHE INDUSTRIE

VON

GUSTAV MÜLLER

KAIS. GEHEIMER OBERREGIERUNGSRAT
VORTR. RAT IM REICHSAMT DES INNERN

UNTER MITWIRKUNG VON DR. PHIL. **FRITZ BENNIGSON** IN BERLIN

[VIII u. 488 S.] gr. 8. 1909. Geh. ℳ 11.20, in Leinw. geb. ℳ 12.—

Das Buch bringt alles für den Kaufmann und Chemiker, der sich für seinen Beruf auf dem Gebiete der wirtschaftlichen Gesetzgebung orientieren will, Wissenswerte. In dem Abschnitte über die wirtschaftliche Entwicklung der chemischen Industrie finden sich die derzeit geltenden Bestimmungen auf den Gebieten der Handels- und Zollgesetzgebung, des Urheberrechts, der Verkehrs- und Gesundheitspolizei, der Gewerbeordnung und des Versicherungswesens, soweit sie für die chemische Industrie von Interesse sind. Der spezielle Teil behandelt die einzelnen Zweige der chemischen Betätigung einschließlich der Kautschukindustrie. Er bringt die für jeden Zweig besonders in Betracht kommenden Normen an der Hand kurzer technischer Erläuterungen. Beide Teile sind mit reichhaltigen statistischen Tabellen und sonstigem statistischen Material ausgestattet, das den Leser zu weiteren Betrachtungen auf den einschlägigen Gebieten anregt. So wird das Buch nicht bloß den Kaufmann und Chemiker, sondern auch den Volkswirt befriedigen, der sich an der Hand einer objektiven Darstellung über wirtschaftliche, auf dem Gebiet der chemischen Industrie liegenden Fragen rasch und sicher orientieren will. Während „Die chemische Industrie" den Hauptwert auf die Darstellung der volkswirtschaftlichen Seite legt, wird das technische Gebiet in dem Werke „Chemische Technologie" von Dr. Fr. Heusler eingehend dargestellt.

CHEMISCHE TECHNOLOGIE

VON

DR. FR. HEUSLER

Mit 126 Abbildungen. [XVI u. 351 S.] gr. 8. 1905
Geh. ℳ 8.—, in Leinw. geb. ℳ 8.60

Das Buch gibt einen Überblick über das Gesamtgebiet der Industrien, die chemische Umformungen der natürlichen Rohstoffe bewirken. Es sind daher ebensowohl die landläufig als „chemische Industrie" bezeichneten Gewerbe berücksichtigt, wie auch die keramischen und metallurgischen Industrien, die Gärungsgewerbe u. a.

„. . . Die Anschaffung des Buches kann mit gutem Gewissen jedem Gebildeten empfohlen werden, der Interesse für die wichtigste unserer praktischen Wissenschaften, für die Chemie, hat, der einen Blick in ihre Werkstätten tun möchte, der sich unterrichten will, wie dieses oder jenes Fabrikat entsteht, das seiner Branche oder seiner Berufstätigkeit überhaupt fern liegt Unbefriedigt wird das Studium des Buches niemand lassen; jeder Leser wird dem Verfasser für seinen Fleiß und seine Mühe, ein so großes Gebiet menschlichen Wissens in so anziehender Weise und so leicht verständlich geschildert zu haben, Dank wissen." (Hamburgischer Correspondent.)

Ausführlicher Prospekt auf Verlangen umsonst und postfrei vom Verlage

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Chemisches Experimentierbuch für Knaben

Von

Professor Dr. Karl Scheid

Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage · Mit 79 Abbildungen
In Leinwand gebunden M. 3.20

Nicht ein eigentliches Lehrbuch, sondern ein Spielbuch im besten Sinne des Wortes für Reiche und Arme ist dieses Buch. Es ist eine Anleitung, auf dem Wege fröhlicher Selbstbeschäftigung eine Anzahl der wichtigsten Vorgänge aus dem täglichen Leben zu untersuchen und damit die Grundgesetze der chemischen Wissenschaft zu erproben. Diese Gesetze in exaktwissenschaftlicher Form auszusprechen, ist natürlich nicht die Aufgabe eines Spielbuches: hier muß der Lehrer oder ein gutes Lehrbuch eingreifen. Die eigene Arbeit, welche der Schüler hier freiwillig leistet, fördert sein Wissen und das Verständnis für Naturvorgänge in hohem Grad und kommt ihm so für das ganze Leben zugute. Während auch die einfacheren physikalischen Experimente eine ziemlich umständliche Apparatur erfordern und dadurch nicht ganz billig zu sein pflegen, darf der Verfasser die für seine Versuche notwendigen Gerätschaften und Chemikalien als in den meisten Haushaltungen vorhanden voraussetzen. Die große Fülle von Übungsbeispielen wird aber auch dem Lehrer des naturgeschichtlichen Unterrichts eine hochwillkommene Fundgrube für chemische „Freihandversuche" sein.

„. . . So kann dieser erste und schwierige Versuch, durch praktische Betätigung die Jugend naturwissenschaftlich denken zu lehren und in anregender Weise für die großen Errungenschaften der chemischen Forschung empfänglich zu machen, als wohlgelungen bezeichnet und das in modernem Gewande ausgestattete Buch der Jugend warm empfohlen werden. Aber auch der Lehrer der Chemie, insbesondere der Anfänger, wird manches für den Unterricht Brauchbare aus dem Buche entnehmen können." (Monatsschrift für höhere Schulen.)

„. . . Sprache sind die chemischen Reaktionen; Zuhörer ist der Experimentierende, der sie zum Reden zwingt. Und was können uns die ‚alltäglichen' Dinge erzählen. Sie berichten von geheimnisvollen Naturgesetzen, welche der Wissende sich gefügig zu machen versteht; sie erzählen von den Quellen des Volkswohlstandes, von den Gewerben und Industrien mit ihren Freuden und Gefahren, vom Leben der Pflanzen, Tiere und Menschen, vom Sein und Werden aller Naturkörper. Eine erste Anleitung, diese Sprache zu verstehen, soll das vorliegende Buch sein; möge es sich recht viele Freunde erwerben." (Frankfurter Zeitung.)

„. . . . Ein vortreffliches Buch, das uns lange gefehlt hat. . . . Der Verfasser ist ein gründlicher Kenner der Chemie und beherrscht zugleich vollkommen die methodische Behandlung des häufig so spröden Stoffes. So hat man denn überall in seinem Buche das wohltuende Gefühl, daß man sich in ganz sicheren Händen befindet. . . . Der Verfasser zeigt nun meisterhaft, welche Tatsachen und Erlebnisse uns diese alltäglichen Dinge erzählen können, wenn man ihre Sprache versteht. Er lehrt keine Salonzauberkunst, sondern ernste Wissenschaft in heiterem Gewande. Der Knabe, welcher das Buch durchgearbeitet, hat nicht nur eine Menge chemischer Tatsachen und Naturgesetze, er hat auch einen Einblick in die Quellen des Volkswohlstandes und in das Sein und Werden der Naturkörper erhalten. Wir gestehen, daß uns seit langer Zeit kein Buch in die Hand gekommen ist, das seine Aufgabe in so geschickter, gründlicher und fesselnder Weise gelöst hat." (Zeitschrift für Lehrmittelwesen und pädagogische Literatur.)

Aus Natur und Geisteswelt.

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens.

Jeder Band ist in sich abgeschlossen und einzeln käuflich.

Jeder Band geh. M. 1.—, in Leinwand geb. M. 1.25.

Verzeichnis nach Stichworten.

Aberglaube s. Heilwissenschaft; Verbrechen.

Abstammungslehre. Abstammungslehre und Darwinismus. Von Professor Dr. Richard Hesse. 3. Auflage. Mit 37 Figuren. (Nr. 39.)

Die Darstellung der großen Errungenschaft der biologischen Forschung des vorigen Jahrhunderts, der Abstammungslehre, erörtert die zwei Fragen: „Was nötigt uns zur Annahme der Abstammungslehre?“ und — die viel schwierigere — „wie geschah die Umwandlung der Tier- und Pflanzenarten, welche die Abstammungslehre fordert?“ oder: „wie wird die Abstammung erklärt?“

Algebra s. Arithmetik.

Alkoholismus. Der Alkoholismus. Seine Wirkungen und seine Bekämpfung. Herausgegeben vom Zentralverband zur Bekämpfung des Alkoholismus. In 3 Bänden. (Nr. 103. 104. 145.)

Die drei Bändchen sind ein kleines wissenschaftliches Kompendium der Alkoholfrage, verfaßt von den besten Kennern der mit ihr zusammenhängenden sozial-hygienischen und sozialethischen Probleme. Sie enthalten eine Fülle von Material in übersichtlicher und schöner Darstellung und sind unentbehrlich für alle, denen die Bekämpfung des Alkoholismus als eine der wichtigsten und bedeutungsvollsten Aufgaben ernster sittlicher und sozialer Kulturarbeit am Herzen liegt.

Band I. Der Alkohol und das Kind. Von Professor Dr. Wilhelm Weygandt. Die Aufgaben der Schule im Kampf gegen den Alkoholismus. Von Professor Martin Hartmann. Der Alkoholismus und der Arbeiterstand. Von Dr. Georg Keferstein. Alkoholismus und Armenpflege. Von Stadtrat Emil Münsterberg.

Band II. Einleitung. Von Professor Dr. Max Rubner. Alkoholismus und Nervosität. Von Professor Dr. Max Lähr. Alkohol und Geisteskrankheiten. Von Dr. Otto Juliusburger. Alkoholismus und Prostitution. Von Dr. O. Rosenthal. Alkohol und Verkehrswesen. Von Eisenbahndirektor de Terra.

Band III. Alkohol und Seelenleben. Von Professor Dr. Aschaffenburg. Alkohol und Strafgesetz. Von Oberarzt Dr. Juliusburger. Einrichtungen im Kampf gegen den Alkohol. Von Dr. med. Laquer. Wirkungen des Alkohols auf die inneren Organe. Von Dr. med. Liebe. Alkohol als Nahrungsmittel. Von Dr. med. et phil. K. O. Neumann. Älteste deutsche Mäßigkeitsbewegung. Von Pastor Dr. Stubbe.

Alpen. Die Alpen. Von Hermann Reishauer. (Nr. 276.)

Gibt durch zahlreiche Abbildungen unterstützt eine umfassende Schilderung des Reiches der Alpen in landschaftlicher, erdgeschichtlicher, sowie klimatischer, biologischer, wirtschaftlicher und verkehrstechnischer Hinsicht.

Altertum. Kulturbilder aus griechischen Städten. Von Oberlehrer Dr. Erich Ziebarth. Mit 22 Abbildungen im Text und auf 1 Tafel. (Nr. 131.)

Sucht ein anschauliches Bild zu entwerfen von dem Aussehen einer altgriechischen Stadt und von dem städtischen Leben in ihr, auf Grund von Ausgrabungen und der inschriftlichen Denkmäler; die altgriechischen Bergstädte Thera, Pergamon, Priene, Milet, der Tempel von Didyma werden geschildert. Stadtpläne und Abbildungen suchen die einzelnen Städtebilder zu erläutern.

—— Antike Wirtschaftsgeschichte. Von Dr. Otto Neurath in Wien. (Nr. 258.)

Gibt, belebt durch den Vergleich mit modernen Verhältnissen, zum erstenmal einen allgemeinverständlichen Überblick über die Wirtschaftsgeschichte der Antike, ein Gebiet, das erst durch

die modernen Forschungen erschlossen und in seiner Wichtigkeit für den Gang der weltgeschichtlichen Entwicklung erkannt wurde, mit den Verhältnissen des Orients beginnend, die griechische Kolonisation, die Blüte kommerzieller und industrieller Betätigung in Perikleischer Zeit, deren Ausbreitung in der hellenistischen, die Verhältnisse der Kaiserzeit schildernd und bis zum Untergang der antiken Wirtschaft führend.

Altertum. Hellenische Sarkophage. Von Dr. A. Wachtler. Mit Abbildungen. (Nr. 272.)
Gibt durch zahlreiche Abbildungen unterstützt an der Hand der Entwicklung des griechischen Sarkophages einen Querschnitt durch die gesamte Geschichte der griechischen Plastik, zugleich ihren Zusammenhang mit Kultur- und Religionsgeschichte darlegend.

——— s. a. Pompeji; Rom.

Atlasländer s. Orient.

Ameisen. Die Ameisen. Von Dr. Friedr. Knauer. Mit 61 Fig. (Nr. 94.)
Faßt die Ergebnisse der so interessanten Forschungen über das Tun und Treiben einheimischer und exotischer Ameisen, über die Vielgestaltigkeit der Formen im Ameisenstaate, über die Bautätigkeit, Brutpflege und die ganze Ökonomie der Ameisen, über ihr Zusammenleben mit anderen Tieren und mit Pflanzen, über die Sinnestätigkeit der Ameisen und über andere interessante Details aus dem Ameisenleben zusammen.

Amerika. Aus dem amerikanischen Wirtschaftsleben. Von Professor J. Laurence Laughlin. Mit 9 graphischen Darstellungen. (Nr. 127.)
Ein Amerikaner behandelt für deutsche Leser die Fragen, die augenblicklich im Vordergrunde des öffentlichen Lebens in Amerika stehen, den Wettbewerb zwischen den Vereinigten Staaten und Europa — Schutzzoll und Reziprozität in den Vereinigten Staaten — Die Arbeiterfrage in den Vereinigten Staaten — Die amerikanische Trustfrage — Die Eisenbahnfrage in den Vereinigten Staaten — Die Bankfrage in den Vereinigten Staaten — Die herrschenden volkswirtschaftlichen Ideen in den Vereinigten Staaten.

——— Geschichte der Vereinigten Staaten von Amerika. Von Professor Dr. Ernst Daenell. (Nr. 147.)
Gibt in großen Zügen eine übersichtliche Darstellung der geschichtlichen, kulturgeschichtlichen und wirtschaftlichen Entwicklung der Vereinigten Staaten von den ersten Kolonisationsversuchen bis zur jüngsten Gegenwart mit besonderer Berücksichtigung der verschiedenen politischen, ethnographischen, sozialen und wirtschaftlichen Probleme, die zurzeit die Amerikaner besonders bewegen.

——— s. a. Technische Hochschulen; Schulwesen; Universität.

Anatomie. Die Anatomie des Menschen. Von Professor Dr. Karl v. Bardeleben. In 5 Bänden. Mit zahlreichen Abbildungen. (Nr. 201. 202. 203. 204. 263.)

I. Teil: Allgemeine Anatomie und Entwicklungsgeschichte. (Nr. 201.)
II. Teil: Das Skelett. (Nr. 202.)
III. Teil: Das Muskel- und Gefäßsystem. (Nr. 203.)
IV. Teil: Die Eingeweide (Darm, Atmungs-, Harn- und Geschlechtsorgane). (Nr. 204.)
V. Teil: Statik und Mechanik des menschlichen Körpers. (Nr. 263.)

In einer Reihe von (5) Bänden wird die menschliche Anatomie in knappem, für gebildete Laien leicht verständlichem Texte dargestellt, wobei eine große Anzahl sorgfältig ausgewählter Abbildungen die Anschaulichkeit erhöht. Der erste, die „allgemeine Anatomie" behandelnde Band enthält u. a. einiges aus der Geschichte der Anatomie von Homer bis zur Neuzeit, ferner die Zellen- und Gewebelehre, die Entwicklungsgeschichte sowie Formen, Maß und Gewicht des Körpers. Im zweiten Band werden dann Skelett, Knochen und die Gelenke nebst einer Mechanik der letzteren, im dritten die bewegenden Organe des Körpers, die Muskeln, das Herz und die Gefäße, im vierten die Eingeweidelehre, namentlich der Darmtraktus sowie die Harn- und Geschlechtsorgane und im fünften werden die verschiedenen Ruhe- u. Lagen des Körpers, Liegen, Stehen, Sitzen, Knieen usw, sodann die verschiedenen Arten der Ortsbewegung, Gehen, Laufen, Tanzen, Klettern, Schwimmen, Rudern, Reiten etc., endlich die wichtigsten Bewegungen innerhalb des Körpers, die der Wirbelsäule, des Herzens und des Brustkorbes bei der Atmung zur Darstellung gebracht.

——— s. a. Arzt; Auge; Geistesleben; Heilwissenschaft; Mensch; Nervensystem; Stimme; Tierleben; Zahnpflege.

Anthropologie s. Mensch.

Aus Natur und Geisteswelt.

Jeder Band geheftet M. 1.—, in Leinwand gebunden M. 1.25.

Der Kalender: Prof. Dr. W. F. Wislicenus. (69.)
Aus der Vorzeit der Erde: Prof. Dr. Fr. Frech. 5 Bände. 1. Gebirgsbau und Vulkanismus. (In Vorb.) 2. Kohlenbildung und Klima der Vorzeit. (In Vorb.) 3. Die Arbeit des fließenden Wassers. Eine Einleitung in die physikalische Geologie. 4. Die Arbeit des Ozeans und die chemische Tätigkeit des Wassers im allgemeinen. 5. Gletscher und Eiszeit. (In Vorb.) (207/11.)
Arithmetik und Algebra: Prof. P. Crantz. 2 Bände. (120. 205.)
Einführung in die Infinitesimalrechnung: Prof. Dr. G. Kowalewski. (197.)
Mathematische Spiele: Dr. W. Ahrens. (170.)
Das Schachspiel und seine strategischen Prinzipien: Dr. Max Lange. (281.)

Angewandte Naturwissenschaft. Technik.

Am sausenden Webstuhl der Zeit: Prof. Dr. W. Launhardt. (23.)
Die Uhr. Grundlagen und Technik der Zeitmessung: Reg.-Bauführer Ing. H. Bock. (216.)
Bilder aus der Ingenieurtechnik: Baurat K. Merckel. (60.)
Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit: Baurat K. Merckel. (28.)
Der Eisenbetonbau: Diplom.-Ing. Em. Hatmovici. (275.) [(20.)
Das Eisenhüttenwesen: Prof. Dr. H. Wedding.
Die Metalle: Prof. Dr. K. Scheid. (29.)
Hebezeuge: Prof. R. Vater. (196.)
Dampf u. Dampfmaschine: Prof. R. Vater. (63.)
Einführung in die Theorie und den Bau der neueren Wärmekraftmaschinen: Prof. R. Vater. (21.)
Neuere Fortschritte auf d. Gebiete der Wärmekraftmaschinen: Prof. R. Vater. (86.)
Wasserkraftmaschinen: Kais. Geh. Rat. A. v. Ihering. (228.)
Die Eisenbahnen, ihre Entstehung und gegenwärtige Verbreitung: Prof. Dr. F. Hahn. (71.)
Heizung und Lüftung: Ingenieur Johann Eugen Mayer. (241.)
Die technische Entwicklung der Eisenbahnen: Eisenbahnbau-Insp. E. Biedermann. (144.)
Das Automobil: Ingenieur K. Blau. (166.)
Luftschiffahrt: Dr. Raimund Nimführ. (286.)
Grundlagen der Elektrotechnik: Dr. K. Blochmann. (168.)
Telegraphie und Fernsprechtechnik in ihrer Entwicklung: Telegr.-Insp. H. Brick. (235.)
Drähte und Kabel, ihre Anfertigung und Anwendung in der Elektrotechnik: Telegr.-Insp. H. Brick. (285.)
Funkentelegraphie: Ober-Postpraktikant H. Thurn. (167.)
Nautik: Oberlehr. Dr. Johannes Möller. (255.)
Die Beleuchtungsarten der Gegenwart: Dr. W. Brüsch. (108.)
Wie ein Buch entsteht: Prof. A. W. Unger. (175.)
Natürliche und künstliche Pflanzen- u. Tierstoffe: Oberlehrer Dr. B. Bavink. (187.)
Bilder aus der chemischen Technik: Dr. A. Müller. (191.)
Chemie und Technologie der Sprengstoffe: Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Rudolf Biedermann. (286.)
Photochemie: Prof. Dr. G. Kümmell. (227.)
Elektrochemie: Prof. Dr. K. Arndt. (234.)
Die Naturwissenschaften im Haushalt: Dr. J. Bongardt. (125/126.) [(76.)
Chemie in Küche u. Haus: Prof. Dr. G. Abel.

VERLAG VON B. G. TEUBNER IN LEIPZIG UND BERLIN

DIE KULTUR DER GEGENWART

IHRE ENTWICKLUNG UND IHRE ZIELE

HERAUSGEGEBEN VON PROF. PAUL HINNEBERG

In 4 Teilen. Lex.-8. Jeder Teil zerfällt in einzelne inhaltlich vollständig in sich abgeschlossene und einzeln käufliche Bände (Abteilungen).

Teil I: **Die geisteswissenschaftlichen Kulturgebiete.** 1. Hälfte. Religion und Philosophie, Literatur, Musik und Kunst (mit vorangehender Einleitung zum Gesamtwerk).

Teil II: **Die geisteswissenschaftlichen Kulturgebiete.** 2. Hälfte. Staat und Gesellschaft, Recht und Wirtschaft.

Teil III: **Die naturwissenschaftlichen Kulturgebiete.** Mathematik, Anorganische und organische Naturwissenschaften, Medizin.

Teil IV: **Die technischen Kulturgebiete.** Bautechnik, Maschinentechnik, industrielle Technik, landwirtschaftl. Technik, Handels- und Verkehrstechnik.

[Übersicht der erschienenen Bände umstehend.]

VERLAG VON B. G. TEUBNER IN LEIPZIG UND BE

Die „Kultur der Gegenwart" soll **eine systematisch aufgebaute, ges lich begründete Gesamtdarstellung** unserer heutigen Kultur darbieten, ind die Fundamentalergebnisse der einzelnen Kulturgebiete nach ihrer Bed für die gesamte Kultur der Gegenwart und für deren Weiterentwicklu großen Zügen zur Darstellung bringt. Das Werk vereinigt eine **Zahl Namen aus allen Gebieten der Wissenschaft und Praxis** und bietet Darstell der einzelnen Gebiete jeweils aus der Feder des dazu Berufensten **in ge verständlicher, künstlerisch gewählter Sprache auf knappstem R**

Von Teil I und II sind erschienen:

Die allgemeinen Grundlagen der Kultur der Gegenwart. (I, 1.) Bearbeitet W. Lexis, Fr. Paulsen, G. Schöppa, A. Matthias, H. Gaudig, G. Kerschensteiner, W. v. D L. Pallat, K. Kraepelin, J. Lessing, O. N. Witt, G. Göhler, P. Schlenther, K. Bücher, R. Pie mann, F. Milkau, H. Diels. [XV u. 671 S.] Lex.-8. 1906. Geh. *M.* 16.—, in Leinwa geb. *M.* 18 —

Die orientalischen Religionen. (I, 3, 1.) Bearbeitet von Edv. Lehmann, A. Erm C. Bezold, H. Oldenberg. J. Goldziher, A. Grünwedel, J. J. M. de Groot, K. Florenz, H. Ha [VII u 267 S.] Lex.-8. 1906. Geh. *M.* 7.—, in Leinwand geb. *M.* 9.—

Geschichte der christlichen Religion. Mit Einleitung: **Die israelitisch-jüdische Relig** (I, 4, 1.) Bearbeitet von J. Wellhausen, A. Jülicher, A. Harnack, N. Bonwetsch, K. Mü A. Ehrhard, E. Troeltsch. 2. Auflage. [X u. 792 S.] Lex.-8. 1909, Geh. *M.* 18.— Leinwand geb. *M.* 20.—.

Systematische christliche Religion. (I, 4, II.) Bearbeitet von E. Troeltsch, J. Pc J. Mausbach, C. Krieg, W. Herrmann, R. Seeberg, W. Faber, H. J. Holtzmann. 2. verbess Auflage. [VIII u. 279 S.] Lex.-8. 1909. Geh. *M.* 6.60, in Leinwand geb. *M.* 8.—

Allgemeine Geschichte der Philosophie. (I, 5.) Bearbeitet von W. Wundt, H. Ol berg, J. Goldziher, W. Grube, T. Jnouye, H. v. Arnim, Cl. Baeumker, W. Windelband. [u. 572 S.] Lex.-8. 1909. Geh. *M.* 12.—, in Leinwand geb. *M.* 14.—

Systematische Philosophie. (I, 6.) Bearbeitet von W. Dilthey, A. Riehl, W. Wu W. Ostwald, H. Ebbinghaus, R. Eucken, Fr. Paulsen, W. Münch, Th. Lipps. 2. Aufl [X u. 435 S.] Lex.-8. 1908. Geh. *M.* 10.—, in Leinwand geb. *M.* 12.—

Die orientalischen Literaturen. (I, 7.) Bearbeitet von E. Schmidt, A. Erman, C. Be H. Gunkel, Th. Nöldeke, M. J. de Goeje, R. Pischel, K. Geldner, P. Horn, F. N. Fi W. Grube, K. Florenz. [IX u. 419 S.] Lex.-8. 1906. Geh. *M.* 10.—, in Leinw. geb. *M.* 1

Die griechische und lateinische Literatur und Sprache. (I, 8,) Bearbeitet U. v. Wilamowitz-Moellendorff, K. Krumbacher, J. Wackernagel, Fr. Leo, E. Norden, F. Sku 2. Auflage. [VIII u. 494 S.] Lex.-8. 1907. Geh. *M.* 10.—, in Leinwand geb. *M.* 12.-

Die osteuropäischen Literaturen und die slawischen Sprachen. (I, 9.) Bearb von A. Bezzenberger, A. Brückner, V. v. Jagić, J. Máchal, M. Murko, F. Riedl, E. Se G. Suits, A. Thumb, A. Wesselovsky, E. Wolter. [VIII u. 396 S.] 1908. Geh. *M.* 10.— Leinwand geb. *M.* 12.—

Die romanischen Literaturen und Sprachen. Mit Einschluß des Keltisch (I, 11, 1.) Bearbeitet von H. Zimmer, K. Meyer, L. Chr. Stern, H. Morf, W. Meyer-Lüb [VII u. 499 S.] 1909. Geh. *M.* 12.—, in Leinwand geb. *M.* 14.—

Staat und Gesellschaft der neueren Zeit. (bis zur französischen Revoluti (II, 5, 1.) Bearbeitet von F. v. Bezold, E. Gothein, R. Koser. [VI u. 349 S.] Lex.-8. 1 Geh. *M.* 9.—, in Leinwand geb. *M.* 11.—

Systematische Rechtswissenschaft. (II. 8.) Bearbeitet von R. Stammler, R. So K. Gareis, V. Ehrenberg, L. v. Bar, L. v. Seuffert, F. v. Liszt, W. Kahl, P. Laband, G. Ansch E. Bernatzik, F. v. Martitz. [X, LX u. 526 S.] Lex.-8. 1906. Geh. *M.* 14.—, in Leinw. geb. *M.* 16

Probeheft und Sonder-Prospekte über die einzelnen Abteilungen (mit A zug aus dem Vorwort des Herausgeb der Inhaltsübersicht des Gesamtwerkes, dem Autoren-Verzeichnis und mit Probestück aus dem Werke) werden auf Wunsch umsonst und postfrei vom Verlag versandt.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

HIMMEL UND ERDE

Illustrierte naturwissenschaftliche Monatsschrift

unter ständiger Mitwirkung von

Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. **Aron**, Berlin, Prof. Dr. **Donath**, Berlin, Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. **Foerster**, Berlin, Prof. Dr. **Franz**, Breslau, Prof. Dr. **Heck**, Berlin, Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. **Hellmann**, Berlin, Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. **Neesen**, Berlin, Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. **Nernst**, Berlin, Prof. Dr. **Plate**, Berlin, Prof. Dr. **Ristenpart**, Santiago, Prof. Dr. **Scheiner**, Potsdam, Prof. Dr. **Spies**, Posen, Prof. Dr. **Sürtag**, Berlin, Dr. **Thesing**, Leipzig, Geh. Bergrat Prof. Dr. **Wahnschaffe**, Berlin, Prof. Dr. **Walther**, Halle

redigiert von

Dr. P. Schwahn

Direktor der Urania

XXI. Jahrgang 1908/9. Jährlich 12 Hefte mit Tafeln und Abbildungen.

Preis vierteljährlich M. 3.60.

Die von der „Urania" zu Berlin im Jahre 1888 gegründete naturwissenschaftliche Monatsschrift „Himmel und Erde" ist von Beginn ihres Erscheinens ab bemüht gewesen, ihre Leser die gewaltige Entwicklung der Naturwissenschaft und Technik mit erleben zu lassen durch Wort und Bild. Beredtes Zeugnis dafür legt der Inhalt der bisher erschienenen 20 Jahrgänge ab. Bei jeder weiteren Vervollkommnung und Ausgestaltung der Zeitschrift blieb in glücklicher Weise ihr populär-wissenschaftlicher Charakter gewahrt. Daß dieses gelungen, beweist der treue Leserkreis. Auch in dem neuen Jahrgange wird jede Nummer eine Anzahl reich illustrierter größerer Aufsätze von namhaften Fachgelehrten bringen, die entweder fundamentale Fragen der Naturwissenschaft und Technik behandeln oder biographische Würdigungen schöpferischer Geister auf dem Gebiete moderner Naturerkenntnis enthalten. An die größeren Aufsätze schließen sich Mitteilungen über wichtige Entdeckungen und Erfindungen, über naturwissenschaftliche und technische Kongresse, über die jeweiligen Himmelserscheinungen, außerdem Besprechungen der hervorragendsten neuen Werke auf naturwissenschaftlichem Gebiete. Als eine wesentliche Neuerung ist zu bemerken, daß künftig periodische Sammelreferate über die verschiedenen Disziplinen der Naturwissenschaft und Technik erscheinen werden, die es dem Leser ermöglichen, daß er den Überblick nicht verliert, und einerlei, ob er selbst forschend tätig ist oder mitten im praktischen Leben steht, Fühlung mit den Errungenschaften unseres naturwissenschaftlichen Zeitalters behält.

Probehefte auf Verlangen umsonst u. postfrei vom Verlag

B. G. Teubners farbige Künstler-Steinzeichnungen

(Original-Lithographien) sind berufen, für das 20. Jahrhundert die gewaltige Aufgabe zu erfüllen, die der Holzschnitt im 15. und 16. Jahrhundert und der Kupferstich im 18. Jahrhundert erfüllt haben. Die Künstler-Steinzeichnung ist das einzige Vervielfältigungsverfahren, dessen Erzeugnisse tatsächlich Original-Gemälden vollwertig entsprechen. Hier bestimmt der Künstler sein Werk von vornherein für die Technik des Steindruckes, die eine Vereinfachung und kräftige Farbenwirkung ermöglicht, aber auch in gebrochenen Farbtönen den feinsten Stimmungen gerecht wird. Er überträgt selbst die Zeichnung auf den Stein und überwacht den Druck. Das Werk ist also bis in alle Einzelheiten hinein das Werk des Künstlers und der unmittelbare Ausdruck seiner Persönlichkeit. Die Künstler-Steinzeichnung allein schenkt uns die so lange ersehnte Volkskunst. **Keine Reproduktion kann ihr gleichkommen an künstlerischem Wert.**

Die Sammlung enthält Blätter der bedeutendsten Künstler wie: Karl Bantzer, Karl Bauer, Artur Bendrat, Karl Biese, H. Eichrodt, Otto Fikentscher, Walter Georgi, Franz Hein, Franz Hoch, Ferd. Kallmorgen, Gustav Kampmann, Erich Kuithan, Otto Leiber, Ernst Liebermann, Emil Orlik, Maria Ortlieb, Cornelia Paczka, E. Rehm-Dietor, Sascha Schneider, W. Strich-Chapell, Hans von Volkmann, H. B. Wieland u. a.

Gerade Werke echter Heimatkunst, die einfache Motive ausgestalten, bieten nicht nur dem Erwachsenen Wertvolles, sondern sind auch dem Kinde verständlich. Sie eignen sich deshalb besonders für das deutsche Haus und können seinen schönsten Schmuck bilden. Der Versuch hat gezeigt, daß sie sich in vornehm ausgestatteten Räumen ebensogut zu behaupten vermögen wie sie das einfachste Wohnzimmer schmücken. Auch in der Schule finden die Bilder immer mehr Eingang. Maßgebende Pädagogen haben den hohen Wert der Bilder anerkannt, mehrere Regierungen haben das Unternehmen durch Ankauf und Empfehlung unterstützt.

Illustrierter Katalog mit 150 farbigen Abbildungen und beschreibendem Text gegen Einsendung von 30 Pfennig vom Verlag B. G. Teubner in Leipzig, Poststraße 3.

eiterschutz. Arbeiterschutz und Arbeiterversicherung. Von weil. Pro- r **Dr. Otto v. Zwiedineck-Südenhorst.** (Nr. 78.)
Buch bietet eine gedrängte Darstellung des gemeiniglich unter dem Titel „Arbeiter- " behandelten Stoffes; insbesondere treten die Fragen der Notwendigkeit, Zweckmäßig- und der ökonomischen Begrenzung der einzelnen Schutzmaßnahmen und Versicherungs- chtungen in den Vordergrund.

—— s. a. Soziale Bewegungen; Versicherung.

ithmetik und Algebra zum Selbstunterricht. Von Professor Dr. ul Crantz. In 2 Bänden. Mit Figuren. (Nr. 120. 205.)
I. Teil: Die Rechnungsarten. Gleichungen ersten Grades mit einer und mehreren Unbekannten. Gleichungen zweiten Grades. Mit 9 Figuren. (Nr. 120.)
I. Teil: Gleichungen. Arithmetische und geometrische Reihen. Zinseszins- und Rentenrechnung. Komplexe Zahlen. Binomischer Lehrsatz. Mit 21 Figuren. (Nr. 205.)
in leicht faßlicher und für das Selbststudium geeigneter Darstellung über die Anfangs- ide der Arithmetik und Algebra unterrichten. Im ersten Band werden die sieben Rech- zsarten, die Gleichungen ersten Grades mit einer und mehreren Unbekannten und die chungen zweiten Grades mit einer Unbekannten, und schließlich auch die Logarithmen ndelt, im zweiten die Gleichungen höheren Grades, die arithmetischen und geometrischen ien, die Zinseszins- und Rentenrechnung, die komplexen Zahlen und der binomische Lehr- wobei überall die graphische Darstellung eingehende Berücksichtigung erfährt und zahl- e in ausführlicher Ausrechnung eingefügte Beispiele das Verständnis erleichtern.

—— s. a. Infinitesimalrechnung; Mathematische Spiele; Schachspiel.

zt. Der Arzt. Seine Stellung und seine Aufgaben im Kulturleben der genwart. Ein Leitfaden der sozialen Medizin. Von Dr. med. **Moritz** rst. (Nr. 265.)
t einen vollständigen Überblick über das Wesen des ärztlichen Berufes, indem es Aus- ung und Berufspflichten, die verschiedenen Arten ärztlicher Betätigung wie die Aufgaben Arztes im öffentlichen Leben eingehend schildert und so die große Bedeutung erkennen t, die unser Ärztestand heute auf den verschiedensten Gebieten des sozialen Lebens besitzt. Darstellung wird so namentlich als beachtlicher Ratgeber bei der Wahl des ärztlichen ufes sich erweisen, wie sie als Leitfaden der sozialen Medizin für Studierende und junge zte wird dienen können.

sthetik s. Lebensanschauungen.

stronomie. Das astronomische Weltbild im Wandel der Zeit. Von ofessor Dr. **Samuel Oppenheim.** Mit 24 Abbildungen. (Nr. 110.)
ildert den Kampf der beiden hauptsächlichsten „Weltbilder", des die Erde und des die nne als Mittelpunkt betrachtenden, der einen bedeutungsvollen Abschnitt in der Kultur- schichte der Menschheit bildet, wie er schon im Altertum bei den Griechen entstanden ist, berthalb Jahrtausende später zu Beginn der Neuzeit durch Kopernikus von neuem auf- nommen wurde und da erst mit einem Siege des heliozentrischen Systems schloß.

—— s. a. Kalender; Mond; Planeten; Spektroskopie; Weltall.

itome s. Moleküle.

uge. Das Auge des Menschen und seine Gesundheitspflege. Von Privat- ozent Dr. med. **Georg Abelsdorff.** Mit 15 Abbildungen. (Nr. 149.)
schildert die Anatomie des menschlichen Auges sowie die Leistungen des Gesichtssinnes, be- nders soweit sie außer dem medizinischen ein allgemein wissenschaftliches oder ästhetisches nteresse beanspruchen können, und behandelt die Gesundheitspflege (Hygiene) des Auges, esonders Schädigungen, Erkrankungen und Verletzungen des Auges, Kurzsichtigkeit und er- hebliche Augenkrankheiten sowie die künstliche Beleuchtung.

Automobil. Das Automobil. Eine Einführung in Bau und Betrieb des modernen Kraftwagens. Von Ing. **Karl Blau.** Mit 83 Abb. (Nr. 166.)
Gibt in gedrängter Darstellung und leichtfaßlicher Form einen anschaulichen Überblick über das Gesamtgebiet des modernen Automobilismus, so daß sich auch der Nichttechniker mit den Grundprinzipien rasch vertraut machen kann, und behandelt das Benzinautomobil, das Elektromobil und das Dampfautomobil nach ihren Kraftquellen und sonstigen technischen Einrichtungen wie Zündung, Kühlung, Bremsen, Steuerung, Bereifung usw.

—— s. a. Wärmekraftmaschinen.

Bakterien. Die Bakterien im Kreislauf des Stoffes in der Natur und im Haushalt des Menschen. Von Professor Dr. Ernst Gutzeit. Mit 13 Abbildungen. (Nr. 233.)
Kochs Tuberkelbazillus und Choleravibrio haben die Bakteriologie populär gemacht; kein Wunder, daß Laien seitdem Bakterien und Krankheiten identifizieren. Demgegenüber sucht Verfasser in gemeinverständlicher Form die allgemeine Bedeutung der Kleinlebewelt für den Kreislauf des Stoffes in der Natur und den Haushalt des Menschen auseinanderzusetzen und zu zeigen, wie die zersetzende und aufbauende Wirkung bakteriologischer Prozesse den verschiedensten Vorgängen in der freien Natur, im landwirtschaftlichen und technischen Gewerbe wie in Küche und Keller zugrunde liegt.

Baukunst. Deutsche Baukunst im Mittelalter. Von Professor Dr. Adalbert Matthaei. 2. Auflage. Mit Abbildungen und 2 Doppeltafeln. (Nr. 8.)
Der Verfasser will mit der Darstellung der Entwicklung der deutschen Baukunst des Mittelalters zugleich über das Wesen der Baukunst als Kunst aufklären, indem er zeigt, wie sich im Verlauf der Entwicklung die Raumvorstellung klärt und vertieft, wie das technische Können wächst und die praktischen Aufgaben sich erweitern, wie die romanische Kunst geschaffen und zur Gotik weiter entwickelt wird.

——— s. a. Eisenbetonbau; Gartenkunst; Städtebilder; Theater.

Beethoven s. Musik.

Befruchtungsvorgang. Der Befruchtungsvorgang, sein Wesen und seine Bedeutung. Von Dr. Ernst Teichmann. Mit 7 Abbildungen und 4 Doppeltafeln. (Nr. 70.)
Will die Ergebnisse der modernen Forschung, die sich mit dem Befruchtungsproblem befaßt, darstellen. Ei und Samen, ihre Genese, ihre Reifung und ihre Vereinigung werden behandelt und im Chromatin die materielle Grundlage der Vererbung nachgewiesen, während die Bedeutung des Befruchtungsvorganges in einer Mischung der Qualität von zwei Individuen zu sehen ist.

——— s. a. Fortpflanzung; Leben.

Beleuchtung. Die Beleuchtungsarten der Gegenwart. Von Dr. phil. Wilhelm Brüsch. Mit 155 Abbildungen. (Nr. 108.)
Gibt einen Überblick über ein gewaltiges Arbeitsfeld deutscher Technik und Wissenschaft, indem die technischen und wissenschaftlichen Bedingungen für die Herstellung einer wirtschaftlichen Lichtquelle und die Methoden für die Beurteilung ihres wirklichen Wertes für den Verbraucher, die einzelnen Beleuchtungsarten sowohl hinsichtlich ihrer physikalischen und chemischen Grundlagen als auch ihrer Technik und Herstellung behandelt werden.

Betonbau s. Eisenbetonbau.

Bevölkerungslehre. Von Professor Dr. Max Haushofer. (Nr. 50.)
Will in gedrängter Form das Wesentliche der Bevölkerungslehre geben über Ermittlung der Volkszahl, über Gliederung und Bewegung der Bevölkerung, Verhältnis der Bevölkerung zum bewohnten Boden und die Ziele der Bevölkerungspolitik.

——— s. a. Kolonisation.

Bibel. Der Text des Neuen Testamentes nach seiner geschichtlichen Entwicklung. Von Div.-Pfarrer August Pott. Mit 8 Tafeln. (Nr. 134.)
Will in die das allgemeine Interesse an der Textkritik bekundende Frage: „Ist der ursprüngliche Text des Neuen Testamentes überhaupt noch herzustellen?“ durch die Erörterung der Verschiedenheiten des Luthertextes (des früheren, revidierten und durchgesehenen) und seines Verhältnisses zum heutigen (deutschen) „berichtigten“ Text, einführen, den „ältesten Spu des Textes“ nachgehen, eine „Einführung in die Handschriften“ wie die „ältesten Übersetzung geben und in „Theorie und Praxis“ zeigen, wie der Text berichtigt und rekonstruiert wi

——— s. a. Jesus; Religion.

Bildungswesen. Das deutsche Bildungswesen in seiner geschichtlich Entwickelung. Von weil. Professor Dr. Friedrich Paulsen. (Nr. 100
Auf beschränktem Raum löst der Verfasser die schwierige Aufgabe, indem er das Bildungswesen stets im Rahmen der allgemeinen Kulturbewegung darstellt, so daß die gesamte Kultu

entwicklung unseres Volkes in der Darstellung seines Bildungswesens wie in einem verkleinerten Spiegelbild zur Erscheinung kommt. So wird aus dem Büchlein nicht nur für die Erkenntnis der Vergangenheit, sondern auch für die Forderungen der Zukunft reiche Frucht erwachsen.

Bildungswesen. Das moderne Volksbildungswesen. Bücher- und Lesehallen, Volkshochschulen und verwandte Bildungseinrichtungen in den wichtigsten Kulturländern in ihrer Entwicklung seit der Mitte des neunzehnten Jahrhunderts. Von Dr. Gottlieb Fritz, Stadtbibliothekar von Charlottenburg. (Nr. 266.)

Gibt auf Grund reichen statistischen Materials eine in dieser Vollständigkeit noch nicht vorhandene Darstellung des für den Aufschwung des geistigen Lebens der modernen Kulturvölker so wichtigen Volksbildungswesens von der englisch-amerikanischen Volkshochschul- und Universitätsausdehnungsbewegung an bis zur Bücherhallenbewegung und ähnlichen Bestrebungen in den Ländern deutscher Zunge.

——— s. a. Erziehung; Hilfsschulwesen; Hochschulen; Knabenhandarbeit; Mädchenschule; Pädagogik; Schulwesen; Student; Universität.

Biologie s. a. Abstammungslehre; Ameisen; Bakterien; Befruchtungsvorgang; Fortpflanzung; Leben; Meeresforschung; Organismen; Pflanzen; Plankton; Tierleben.

Björnson s. Ibsen.

Botanik s. Kaffee; Obstbau; Pflanzen; Wald.

Buchgewerbe. Das Buchgewerbe und die Kultur. Sechs Vorträge gehalten im Auftrage des Deutschen Buchgewerbevereins. Mit 1 Abbildung. (Nr. 182.)

Inhalt: Buchgewerbe und Wissenschaft: Professor Dr. Rudolf Focke. — Buchgewerbe und Literatur: Professor Dr. Georg Witkowski. — Buchgewerbe und Kunst: Professor Dr. Rudolf Kautzsch. — Buchgewerbe und Religion: Privatdozent Lic. Dr. Heinrich Hermelink. — Buchgewerbe und Staat: Professor Dr. Robert Wuttke. — Buchgewerbe und Volkswirtschaft: Professor Dr. Heinrich Waentig.

Die Vorträge sollen zeigen, wie das Buchgewerbe nach allen Seiten mit sämtlichen Gebieten deutscher Kultur durch tausend Fäden verknüpft ist, wie in ihm sich besonders eng die ideellen und materiellen Bestrebungen und Grundlagen unseres nationalen Lebens miteinander verbinden. Sie wollen nicht nur bei den Angehörigen dieses seit alters her bevorzugten und geistig hochstehenden Gewerbes neue Freude am Beruf erwecken und erhalten, sondern vor allem auch unter den mit ihm in Berührung kommenden Vertretern gelehrter und anderer Berufe verständnisvolle Freunde für seine Eigenart erwerben helfen. In diesem Sinne werden die wichtigsten großen Kulturgebiete behandelt. Der erste Vortrag, über das Buchgewerbe und die Wissenschaft von Prof. Dr. R. Focke, dient zugleich als Einleitung in Geist und Absicht der ganzen Reihe, und daran schließen sich dann in naturgemäßer Folge die Beziehungen zur Literatur von Prof. Dr. G. Witkowski, zur Kunst von Prof. Dr. R. Kautzsch, zur Religion von Privatdozenten Dr. H. Hermelink, zum Staat von Prof. Dr. R. Wuttke und zur Volkswirtschaft von Prof. Dr. H. Waentig.

——— Wie ein Buch entsteht. Von Professor Arthur W. Unger. 2. Auflage. Mit 7 Tafeln und 26 Abbildungen. (Nr. 175.)

Eine zusammenhängende für weitere Kreise berechnete Darstellung über Geschichte, Herstellung und Vertrieb des Buches mit eingehender Behandlung sämtlicher buchgewerblicher Techniken. Damit will das Buch namentlich auch denen, die als „Autoren" oder in irgendeiner anderen näheren Beziehung zur Herstellung des Buches stehen, Anleitung und Belehrung über das umfassende so außerordentlich interessante Gebiet der graphischen Künste, über Ausstattung, Papier, Satz, Illustration, Druck und Einband des Buches geben. Der praktische Wert dieses Bändchens wird erhöht durch zahlreiche Beigaben von Papier-, Schrift- und Illustrationsproben.

——— s. a. Illustrationskunst; Schriftwesen.

Buddha. Leben und Lehre des Buddha. Von Professor Dr. Richard Pischel. Mit 1 Tafel. (Nr. 109.)

Gibt eine wissenschaftlich begründete durchaus objektive Darstellung des Buddhismus, dieser so oft mit dem Christentum verglichenen Lehre, die von den einen auf Kosten des Christentums verherrlicht wird, während die anderen die Lehre Buddhas weit tiefer als dieses stellen. Einer Übersicht über die Zustände Indiens zur Zeit des Buddha folgt eine Darstellung des

Lebens des Buddha, wobei besonders die Ähnlichkeiten mit den Evangelien und die Frage der Möglichkeit der Übertragung buddhistischer Erzählungen auf Jesus erörtert werden, seiner Stellung zu Staat und Kirche, seiner Lehrweise sowie seiner Lehre, wobei die „vier edlen Wahrheiten", die „Formel vom Kausalnexus" und der populärste Begriff des „Nirwana" erörtert werden, seiner Ethik und der weiteren Entwicklung des Buddhismus.

Byzanz. Byzantinische Charakterköpfe. Von Dr. Karl Dieterich. Mit 2 Bildnissen. (Nr. 244.)

Läßt in einer auf streng wissenschaftlicher Forschung beruhenden Darstellung durch Charakterisierung markanter Persönlichkeiten, unter denen wir Vertreter der verschiedenen sozialen Schichten, wie Kaiser, Staats- und Kirchenmänner, Gelehrte, Dichter und Vertreterinnen der Frauenwelt antreffen, einen Einblick in das wirkliche Wesen des gemeinhin so wenig bekannten mittelalterlichen Byzanz gewinnen, das ebenso reizvoll wie für die Erkenntnis des Orients bedeutsam ist.

Calvin. Johann Calvin. Von Pfarrer Dr. G. Sodeur. Mit einem Bildnis Calvins. (Nr. 247.)

Gibt eine eingehende, auf sorgfältigen Studien beruhende Darstellung des Lebens und Wirkens sowie der Persönlichkeit des Genfer Reformators, schildert zugleich die Wirkungen, welche von ihm ausgingen und sucht dadurch Verständnis für seine Größe und bleibende Bedeutung zu wecken.

Chemie. Luft, Wasser, Licht und Wärme. Neun Vorträge aus dem Gebiete der Experimental-Chemie. Von Professor Dr. Reinhart Blochmann. 3. Auflage. Mit zahlreichen Abbildungen. (Nr. 5.)

Führt unter besonderer Berücksichtigung der alltäglichen Erscheinungen des praktischen Lebens in das Verständnis der chemischen Erscheinungen ein und zeigt die außerordentliche Bedeutung derselben für unser Wohlergehen.

——— Bilder aus der chemischen Technik. Von Dr. Artur Müller. Mit 24 Abbildungen. (Nr. 191.)

Sucht unter Benutzung lehrreicher Abbildungen die Ziele und Hilfsmittel der chemischen Technik darzulegen, zu zeigen, was dieses Arbeitsgebiet zu leisten vermag, und in welcher Weise chemische Prozesse technisch durchgeführt werden, wobei zunächst die allgemein verwendeten Apparate und Vorgänge der chemischen Technik beschrieben, dann praktische Beispiele für deren Verwendung dargestellt und ausgewählte Sonderzweige des gewaltigen Gebietes geschildert werden. Insbesondere werden so die anorganisch-chemische Großindustrie (Schwefelsäure, Soda, Chlor, Salpetersäure usw.), ferner die Industrien, die mit der Destillation organischer Stoffe zusammenhängen (Leuchtgaserzeugung, Teerdestillation, künstliche Farbstoffe usw.) behandelt.

——— Einführung in die chemische Wissenschaft. Von Dr. Walter Löb. (Nr. 264.)

Nach Erörterung des Wesens chemischer Vorgänge werden die Begriffe der Elemente und Verbindungen in ihrer gesetzmäßigen Beziehung und Beobachtung abgeleitet und molekulartheoretisch gedeutet, weiter die Gesetze der Aggregatzustände zunächst rein empirisch, dann im Zusammenhang mit der Molekularhypothese dargestellt; das Energiegesetz endlich leitet zu den Erscheinungskreisen und den wissenschaftlichen Grundlagen der Thermochemie, Elektrochemie und Photochemie über.

——— Natürliche und künstliche Pflanzen- und Tierstoffe. Ein Überblick über die Fortschritte der neueren organischen Chemie. Von Dr. B. Bavink. Mit 7 Figuren. (Nr. 187.)

Gibt, ausgehend von einer kurzen Einführung in die Grundlagen der Chemie, einen Einblick in die wichtigsten theoretischen Kenntnisse der organischen Chemie, auf deren Leistungen nächst der E führung von Dampf und Elektrizität die große Veränderung unserer ganzen Lebenshaltung ruht, und sucht das Verständnis ihrer darauf begründeten praktischen Erfolge zu vermitteln, bei besonderes Gewicht auf die für die Industrie, Heilkunde und das tägliche Leben wertvol Entdeckungen und Erfindungen gelegt wird, andererseits auf die Forschungsergebnisse, welche künftige Lösung des Stoffwechselproblems voraussehen lassen, wobei zugleich eine Einsicht in angehende Kompliziertheit der chemischen Vorzüge im lebenden Organismus eröffnet w

——— s. a. Elektrochemie; Energie; Erde; Haushalt; Metalle; Pflan Photochemie; Spektroskopie; Sprengstoffe; Technik.

Christentum. Aus der Werdezeit des Christentums. Studien und Charakteristiken. Von Professor Dr. Johannes Geffcken. (Nr. 54.)
Gibt durch eine Reihe von Bildern eine Vorstellung von der Stimmung im alten Christentum und von seiner inneren Kraft und verschafft so ein Verständnis für die ungeheure und vielseitige welthistorische kultur- und religionsgeschichtliche Bewegung.

——— s. a. Bibel; Calvin; Jesus; Luther; Mystik; Religion.

Dampf und Dampfmaschine. Von Professor Richard Vater. 2 Auflage. Mit 45 Abbildungen. (Nr. 63.)
Schildert die inneren Vorgänge im Dampfkessel und namentlich im Zylinder der Dampfmaschine, um so ein richtiges Verständnis des Wesens der Dampfmaschine und der in der Dampfmaschine sich abspielenden Vorgänge zu ermöglichen.

Darwinismus s. Abstammungslehre.

Deutschland s. Dorf; Fürstentum; Geschichte; Handel; Kolonien; Kolonisation; Landwirtschaft; Verfassung; Volksstämme; Weltwirtschaft; Wirtschaftsgeschichte.

Dorf. Das deutsche Dorf. Von Robert Mielke. Mit 51 Abb. (Nr. 192.)
Schildert, von den Anfängen der Siedelungen in Deutschland ausgehend, wie sich mit dem Wechsel der Wohnsitze die Gestaltung des Dorfes änderte, wie mit neuen wirtschaftlichen, politischen und kulturellen Verhältnissen das Bild immer reicher wurde, bis sie im Anfange des 19. Jahrhunderts ein fast wunderbares Mosaik ländlicher Siedelungstypen darstellte, und bringt so, von der geographischen Grundlage als wichtigerem Faktor in der Entwicklung des Dorfes, seiner Häuser, Gärten und Straßen ausgehend, politische, wirtschaftliche und künstlerische Gesichtspunkte gleichmäßig zur Geltung, durch ein Kapitel über die Kultur des Dorfes die durch zahlreiche Abbildungen belebte Schilderung ergänzend.

——— s. a. Kolonisation.

Drama. Das deutsche Drama des neunzehnten Jahrhunderts. In seiner Entwicklung dargestellt von Professor Dr. Georg Witkowski. 2. Auflage. Mit einem Bildnis Hebbels. (Nr. 51.)
Sucht in erster Linie auf historischem Wege das Verständnis des Dramas der Gegenwart anzubahnen und berücksichtigt die drei Faktoren, deren jeweilige Beschaffenheit die Gestaltung des Dramas bedingt: Kunstanschauung, Schauspielkunst und Publikum.

——— s. a. Hebbel; Ibsen; Schiller; Shakespeare; Theater.

Dürer. Albrecht Dürer. Von Dr. Rudolf Wustmann. Mit 33 Abbildungen. (Nr. 97.)
Eine schlichte und knappe Erzählung des gewaltigen menschlichen und künstlerischen Entwicklungsganges Albrecht Dürers und eine Darstellung seiner Kunst, in der nacheinander seine Selbst- und Angehörigenbildnisse, die Zeichnungen zur Apokalypse, die Darstellungen von Mann und Weib, das Marienleben, die Stiftungsgemälde, die Radierungen von Rittertum, Trauer und Heiligkeit sowie die wichtigsten Werke aus der Zeit der Reife behandelt werden.

Ehe. Ehe u. Eherecht. Von Professor Dr. Ludwig Wahrmund. (Nr. 115.)
Schildert in gedrängter Fassung die historische Entwicklung des Ehebegriffes von den orientalischen und klassischen Völkern an nach seiner natürlichen, sittlichen und rechtlichen Seite und untersucht das Verhältnis von Staat und Kirche auf dem Gebiete des Eherechtes, behandelt darüber hinaus aber auch alle jene Fragen über die rechtliche Stellung der Frau und besonders der Mutter, die immer lebhafter die öffentliche Meinung beschäftigen.

Eisenbahnen. Die Eisenbahnen, ihre Entstehung und gegenwärtige Verbreitung. Von Professor Dr. Friedrich Hahn. Mit zahlreichen Abbildungen und einer Doppeltafel. (Nr. 71.)
Nach einem Rückblick auf die frühesten Zeiten des Eisenbahnbaues führt der Verfasser die moderne Eisenbahn im allgemeinen nach ihren Hauptmerkmalen vor. Der Bau des Bahnkörpers, der Tunnel, die großen Brückenbauten sowie der Betrieb selbst werden besprochen, schließlich ein Überblick über die geographische Verbreitung der Eisenbahnen gegeben.

Eisenbahnen. Die technische Entwicklung der Eisenbahnen der Gegenwart. Von Eisenbahnbau- und Betriebsinspektor Ernst Biedermann. Mit zahlreichen Abbildungen. (Nr. 144.)
Nach einem geschichtlichen Überblick über die Entwicklung der Eisenbahnen werden die wichtigsten Gebiete der modernen Eisenbahntechnik behandelt, Oberbau, Entwicklung und Umfang der Spurbahnnetze in den verschiedenen Ländern, die Geschichte des Lokomotivenwesens bis zur Ausbildung der Heißdampflokomotiven einerseits und des elektrischen Betriebes andererseits sowie der Sicherung des Betriebes durch Stellwerks- und Blockanlagen.
——— s. a. Internationalismus; Technik; Verkehrsentwicklung.

Eisenbetonbau. Der Eisenbetonbau. Von Diplom-Ingenieur Em. Haimovici. (Nr. 275.)
Gibt zum ersten Male eine fachmännische und dabei doch völlig allgemein verständliche Darstellung dieses jüngsten und interessanten Zweiges der Hochbautechnik, der schon jetzt erstaunliche Erfolge aufzuweisen hat und für den eine immer wachsende Bedeutung zu erwarten steht

Eisenhüttenwesen. Das Eisenhüttenwesen. Erläutert in acht Vorträgen von Geh. Bergrat Professor Dr. Hermann Wedding. 3. Auflage. Mit 15 Figuren. (Nr. 20.)
Schildert in gemeinfaßlicher Weise, wie Eisen, das unentbehrlichste Metall, erzeugt und in seine Gebrauchsformen gebracht wird. Besonders wird der Hochofenprozeß nach seinen chemischen, physikalischen und geologischen Grundlagen dargestellt und die Erzeugung der verschiedenen Eisenarten und die dabei in Betracht kommenden Prozesse erörtert.
——— s. a. Metalle.

Elektrochemie. Von Prof. Dr. Kurt Arndt. Mit zahlr. Abb. (Nr. 234.)
Legt in gemeinverständlicher Fassung die Grundsätze der Elektrochemie, des jüngsten und interessantesten Zweiges der chemischen Wissenschaft dar und gibt dann an der Hand zahlreicher Abbildungen ein anschauliches Bild der vielen auf ihr beruhenden Industriezweige, deren Betriebe viele Tausende von Arbeitern beschäftigen und ein Vermögen von zahllosen Millionen darstellen, wobei auch das neueste Verfahren zur Salpetersäuregewinnung aus der Luft Berücksichtigung findet.

Elektrotechnik. Grundlagen der Elektrotechnik. Von Dr. Rudolf Blochmann. Mit 128 Abbildungen. (Nr. 168.)
Eine durch lehrreiche Abbildungen unterstützte Darstellung der elektrischen Erscheinungen, ihrer Grundgesetze und ihrer Beziehungen zum Magnetismus sowie eine Einführung in das Verständnis der zahlreichen praktischen Anwendungen der Elektrizität in den Maschinen zur Krafterzeugung wie in der elektrischen Beleuchtung und in der Chemie.
——— Drähte und Kabel, ihre Anfertigung und Anwendung in der Elektrotechnik. Von Telegrapheninspektor H. Brick. Mit Abbildungen. (Nr. 285.)
Gibt, ohne auf technische Einzelheiten einzugehen, durch Illustrationen unterstützt, nach einer elementaren Darstellung der Theorie der Leitung, einen allgemein verständlichen Überblick über die Herstellung, Beschaffenheit und Wirkungsweise aller zur Übermittelung von elektrischem Strom dienenden Leitungen, das angewandte Material, die verschiedenen Isolierstoffe, über die Herstellung der blanken und isolierten Drähte, und der Schwach- und Starkstromkabel der verschiedensten Art, sowie endlich über die hierfür geltenden Lieferungsbedingungen und Abnahmeprüfungen, sowie die wichtigsten Anwendungsweisen von Drähten und Kabeln.
——— s. a. Beleuchtungsarten; Funkentelegraphie; Telegraphie.

Energie. Die Lehre von der Energie. Von Dr. Alfred Stein. (Nr. 257.)
Sucht in einfacher Weise eine Vorstellung von der Einheitlichkeit zu vermitteln, die durch die Aufstellung des Energiebegriffs und des Energiegesetzes in unsere gesamte Naturauffassung gekommen ist, zeigt, daß man alle Zustände als Energieformen, alle Vorgänge als Energieumwandlungen betrachten kann, über denen als oberstes Gesetz das Energieprinzip in zweifacher Form waltet, als Gesetz der Erhaltung und als Gesetz des Geschehens und behandelt mit der historischen Entwicklung des Energieprinzips dessen Verhältnis zu der für unser Naturerkennen so wichtigen mechanisch-atomistischen Naturauffassung.

England. Englands Weltmacht in ihrer Entwicklung vom 17. Jahrh. bis auf unsere Tage. Von Prof. Dr. Wilh. Langenbeck. Mit 19 Bildnissen. (Nr. 174.)
Schildert nach einem Überblick über das mittelalterliche England die Anfänge der englischen Kolonialpolitik im Zeitalter der Königin Elisabeth, die innere politische Entwicklung im 17. und 18. Jahrhundert, das allmähliche Aufsteigen zur Weltmacht, den gewaltigen wirtschaftlichen

und maritimen Aufschwung sowie den Ausbau des Kolonialreiches im 18. Jahrhundert und schließt mit einer Beleuchtung über den gegenwärtigen Stand und die mutmaßliche Zukunft des britischen Weltreiches.

Entdeckungen. Das Zeitalter der Entdeckungen. Von Professor Dr. Siegmund Günther. 2. Auflage. Mit einer Weltkarte. (Nr. 26.)

Mit lebendiger Darstellungsweise sind hier die großen weltbewegenden Ereignisse der geographischen Renaissancezeit ansprechend geschildert, von der Begründung der portugiesischen Kolonialherrschaft und den Fahrten des Kolumbus an bis zu dem Hervortreten der französischen, britischen und holländischen Seefahrer.

——— s. a. Polarforschung.

Erde. Aus der Vorzeit der Erde. Vorträge über allgemeine Geologie. Von Prof. Dr. Fritz Frech. In 5 Bänden. 2. Aufl. Mit zahlr. Abb. (Nr. 207—211.)

In 5 Bänden wird eine vollständige Darstellung der Fragen der allgemeinen Geologie und physischen Erdkunde gegeben, wobei Übersichtstabellen die Fachausdrücke und die Reihenfolge der geologischen Perioden erläutern und auf neue, vorwiegend nach Original-Photographien angefertigte Abbildungen und auf anschauliche, lebendige Schilderung besonders Wert gelegt ist.

I. Band: Gebirgsbau und Vulkanismus. (Nr. 207.)
II. Band: Kohlenbildung und Klima der Vorzeit. (Nr. 208.)
III. Band: Die Arbeit des fließenden Wassers. Eine Einleitung in die physikalische Geologie. Mit 51 Abbildungen im Text und auf 3 Tafeln. (Nr. 209.)

Behandelt als eines der interessantesten und wichtigsten Gebiete der Geologie die nie ruhende, zerstörende und aufbauende Tätigkeit des fließenden Wassers, die Talbildung, die Arbeit der Wildbäche, die Karstphänomene, die Schlammvulkane und die Höhlenbildung, die Quellen, das Grundwasser und die bedingenden Ursachen der Bergstürze.

IV. Band: Die Arbeit des Ozeans und die chemische Tätigkeit des Wassers im allgemeinen. Mit 1 Titelbild und 51 Textabbildungen. (Nr. 210.)

Schildert den Vorgang der Bodenbildung durch Verwitterung und die ihn beherrschenden Gesetze im allgemeinen, sowie die Entstehung der Landschaftsformen des Mittelgebirges, sodann die Kräfte, welche die Bildung der Küsten, das Vordringen und Zurückweichen des Meeres, sowie der Oberflächengestaltung auf dem Grunde der Weltmeere beherrschen. Es folgt eine Schilderung des interessanten, vielumstrittenen Vorganges der Bildung von Korallenriffen und endlich eine allgemeine Übersicht über die Geographie der Ozeane in der geologischen Vorzeit, die mit einem Ausblick auf die Frage der Dauer oder Veränderlichkeit der großen Weltmeere schließt.

V. Band: Gletscher und Eiszeit. (Nr. 211.)

——— s. a. Alpen; Korallen; Mensch und Erde; Planeten; Weltall; Wirtschaftsgeschichte.

Erfindungswesen s. Gewerbe.

Ernährung. Ernährung und Volksnahrungsmittel. Sechs Vorträge von weil. Prof. Dr. Johannes Frentzel. 2. Aufl. Neu bearb. vom Geh. Rat Prof. Dr. N. Zuntz in Berlin. Mit 7 Abb. und 2 Tafeln. (Nr. 19.)

Gibt einen Überblick über die gesamte Ernährungslehre. Durch Erörterung der grundlegenden Begriffe werden die Zubereitung der Nahrung und der Verdauungsapparat besprochen und endlich die Herstellung der einzelnen Nahrungsmittel, insbesondere auch der Konserven behandelt.

——— s. a. Alkoholismus; Haushalt; Kaffee; Säugling.

Erziehung. Moderne Erziehung in Haus und Schule. Vorträge in der Humboldt-Akademie zu Berlin. Von Johannes Tews. (Nr. 159.)

Betrachtet die Erziehung als Sache nicht eines einzelnen Berufes, sondern der gesamten gegenwärtigen Generation, zeichnet scharf die Schattenseiten der modernen Erziehung und zeigt Mittel und Wege für eine allseitige Durchdringung des Erziehungsproblems.

——— s. a. Bildungswesen; Fortbildungsschulwesen; Jugendfürsorge; Kind (Psychologie); Knabenhandarbeit; Pädagogik; Schulwesen; Student.

Evolutionismus s. Lebensanschauungen.

Farben s. Licht.

Fernsprechtechnik s. Telegraphie.

Fortbildungsschulwesen. Das deutsche Fortbildungsschulwesen. Von Dr. Friedrich Schilling. (Nr. 256.)
Aufgabe und Ausgestaltung aller Arten von Fortbildungsschulen, insbesondere der gewerblichen und kaufmännischen sowie der ländlichen, werden fachmännisch gewürdigt und Richtlinien für einen konsequenten Weiterbau scharf und sicher gezeichnet. Daher ermöglicht das Werk einen verständnisvollen Überblick über die zurzeit bestehenden gesetzlichen Festlegungen und die geschaffenen praktischen Maßnahmen, wie auch über die sich durchringenden Reformideen.

Fortpflanzung. Die Fortpflanzung der Tiere. Von Privatdozent Dr. Richard Goldschmidt. Mit 77 Abbildungen. (Nr. 253.)
Sucht einen Überblick über die unter den Tatsachen der Biologie wechselvollsten und oft überraschendsten Fortpflanzungserscheinungen in allen Gruppen sowie eine anschauliche Schilderung einzelner besonders anziehender Vorgänge zu geben, indem nach einer allgemeinen Einleitung über Fortpflanzung und Organisation die verschiedenen Formen der tierischen Fortpflanzung, ungeschlechtliche Vermehrung, geschlechtliche Fortpflanzung sowie gemischte Fortpflanzungsweise, weiterhin die zur Erhaltung und Verbreitung der Nachkommenschaft vorhandenen Schutzmittel.

Frankreich s. Napoleon.

Frauenarbeit. Die Frauenarbeit, ein Problem des Kapitalismus. Von Privatdozent Dr. Robert Wilbrandt. (Nr. 106.)
Das Thema wird als eine der brennendsten Fragen behandelt, die uns durch den Kapitalismus aufgegeben worden sind, und behandelt von dem Verhältnis von Beruf und Mutterschaft aus, als dem zentralen Problem der ganzen Frage, die Ursachen der niedrigen Bezahlung der weiblichen Arbeit, die daraus entstehenden Schwierigkeiten in der Konkurrenz der Frauen mit den Männern, den Gegensatz von Arbeiterinnenschutz und Befreiung der weiblichen Arbeit.

Frauenbewegung. Die moderne Frauenbewegung. Ein geschichtlicher Überblick. Von Dr. Käthe Schirmacher. (Nr. 67.)
Gibt einen Überblick über die Haupttatsachen der modernen Frauenbewegung in allen Ländern und schildert eingehend die Bestrebungen der modernen Frau auf dem Gebiet der Bildung, der Arbeit, der Sittlichkeit, der Soziologie und Politik.

Frauenkrankheiten. Gesundheitslehre für Frauen. In acht Vorträgen. Von weil. Privatdozent Dr. Roland Stieher. Mit 13 Abbildungen. (Nr. 171.)
Eine Gesundheitslehre für Frauen, die über die Anlage des weiblichen Organismus und seine Pflege unterrichtet, zeigt, wie diese bereits im Kindesalter beginnen muß, welche Bedeutung die allgemeine körperliche und geistige Hygiene insbesondere in der Zeit der Entwicklung hat, um sich dann eingehend mit dem Beruf der Frau als Gattin und Mutter zu beschäftigen.

——— s. a. Geschlechtskrankheiten.

Frauenleben. Deutsches Frauenleben im Wandel der Jahrhunderte. Von Dir. Dr. Eduard Otto. 2. verb. Aufl. Mit 27 Abbildungen im Text. (Nr. 45.)
Gibt ein Bild des deutschen Frauenlebens von der Urzeit bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts, von Denken und Fühlen, Stellung und Wirksamkeit der deutschen Frau, wie sie sich im Wandel der Jahrhunderte darstellt.

Friedensbewegung. Die moderne Friedensbewegung. Von Alfred H. Fried. (Nr. 157.)
Entwickelt das Wesen und die Ziele der Friedensbewegung, gibt dann eine Darstellung der Schiedsgerichtsbarkeit in ihrer Entwicklung und ihrem gegenwärtigen Umfang mit besonderer Berücksichtigung der hohen Bedeutung der Haager Friedenskonferenz, beschäftigt sich hierauf mit dem Abrüstungsproblem und gibt zum Schluß einen eingehenden Überblick über die Geschichte der Friedensbewegung und eine chronologische Darstellung der für sie bedeutsamen Ereignisse.

——— s. a. Recht.

Friedrich der Große. Sechs Vorträge von Privatdozent Theodor Bitterauf. Mit 2 Bildnissen. (Nr. 246.)
Schildert in knapper, wohldurchdachter, durch charakteristische Selbstzeugnisse und authentische Äußerungen bedeutender Zeitgenossen belebter Darstellung des großen Königs Leben und Wirken, der den Grund gelegt hat für die ganze spätere geschichtliche und kulturelle Entwicklung Deutschlands.

Fröbel. Friedrich Fröbel. Sein Leben und sein Wirken. Von Adele v. Portugall. Mit 5 Tafeln. (Nr. 82.)

Lehrt die grundlegenden Gedanken der Methode Fröbels kennen und gibt einen Überblick seiner wichtigsten Schriften mit Betonung aller jener Kernaussprüche, die treuen und oft ratlosen Müttern als Wegweiser in Ausübung ihres hehrsten und heiligsten Berufes dienen können.

Funkentelegraphie. Die Funkentelegraphie. Von Oberpostpraktikanten H. Thurn. Mit 53 Illustrationen. (Nr. 167.)
Nach einer Übersicht über die elektrischen Vorgänge bei der Funkentelegraphie und einer eingehenden Darstellung des Systems Telefunken werden die für die verschiedenen Anwendungsgebiete erforderlichen einzelnen Konstruktionstypen vorgeführt, (Schiffsstationen, Landstationen, Militärstationen und solche für den Eisenbahndienst), wobei nach dem neuesten Stand von Wissenschaft und Technik in jüngster Zeit ausgeführte Anlagen beschrieben werden. Danach wird der Einfluß der Funkentelegraphie auf Wirtschaftsverkehr und das Wirtschaftsleben (im Handels- und Kriegsseeverkehr, für den Heeresdienst, für den Wetterdienst usw.) sowie im Anschluß daran die Regelung der Funkentelegraphie im deutschen und internationalen Verkehr erörtert.

Fürsorgewesen s. Jugendfürsorge.

Fürstentum. Deutsches Fürstentum und deutsches Verfassungswesen. Von Professor Dr. Eduard Hubrich. (Nr. 80.)
Der Verfasser zeigt in großen Umrissen den Weg, auf dem deutsches Fürstentum und deutsche Volksfreiheit zu dem in der Gegenwart geltenden wechselseitigen Ausgleich gelangt sind, unter besonderer Berücksichtigung der preußischen Verfassungsverhältnisse, wobei nach kürzerer Beleuchtung der älteren Verfassungszustände der Verfasser die Begründung des fürstlichen Absolutismus und demgegenüber das Erwachen, Fortschreiten und Siegen des modernen Konstitutionalismus eingehend bis zur Entstehung der preußischen Verfassung und zur Begründung des Deutschen Reiches schildert.

——— s. a. Geschichte; Verfassung.

Gartenkunst. Geschichte der Gartenkunst. Von Bauinspektor Reg.-Baumeister Ranck. (Nr. 274.)
Gibt in gedrängter Form einen Abriß der Geschichte des Gartens als Kunstwerk, indem der Garten im Altertum und im Mittelalter, der Garten der italienischen Renaissance, der französische Garten der Zeit Ludwigs XIV. und der Landschaftsgarten des 18. und 19. Jahrhunderts und endlich die modernen Bestrebungen, die Haus und Garten wieder zu einem einheitlichen Kunstwerk vereinigen wollen, durch reiche Illustrationen unterstützt, dargestellt werden.

Gartenstadtbewegung. Die Gartenstadtbewegung. Von Generalsekr. Hans Kampffmeyer. Mit 43 Abbildungen. (Nr. 259.)
Bietet eine zusammenfassende, auf gründlichem Studium der englischen Verhältnisse aufgebaute Darstellung der Gartenstadtbewegung, indem es im Anschluß an eine allgemeine volkswirtschaftliche Einführung die Geschichte der Bewegung gibt, sodann die praktischen Einzelfragen, die bei der Verwirklichung des Gartenstadtgedankens Berücksichtigung verdienen, ferner die Bedeutung der Bewegung für Volkswirtschaft, Volksgesundheit, Kunst u. dergl. erörtert und zum Schluß an der Hand von Beispielen die Aussichten der deutschen Gartenstadtbewegung bespricht.

Gasmaschinen s. Automobil; Wärmekraftmaschinen.

Gehirn s. Geistesleben.

Geisteskrankheiten. Von Anstaltsoberarzt Dr. Georg Ilberg. (Nr. 151.)
Erörtert das Wesen der Geisteskrankheiten und an eingehend zur Darstellung gelangenden Beispielen die wichtigsten Formen geistiger Erkrankung, um so ihre Kenntnis zu fördern, die richtige Beurteilung der Zeichen geistiger Erkrankung und damit eine rechtzeitige verständnisvolle Behandlung derselben zu ermöglichen.

Geistesleben. Die Mechanik des Geisteslebens. Von Professor Dr. Max Verworn. Mit 11 Figuren. (Nr. 200.)
Will unsere modernen Erfahrungen und Anschauungen über das physiologische Geschehen, das sich bei den Vorgängen des Geisteslebens in unserem Gehirn abspielt, in großen Zügen verständlich machen, indem es die Dinge mit den Begriffen und den Vergleichen des täglichen Lebens schildert. So wird im ersten Abschnitt: „Leib und Seele" der Standpunkt einer monistischen Auffassung der Welt, die in einem streng wissenschaftlichen Konditionismus zum Ausdruck kommt, erörtert, im zweiten: „Die Vorgänge in den Elementen des Nervensystems" ein Einblick in die Methodik zur Erforschung der physiologischen Vorgänge in denselben sowie ein Überblick über ihre Ergebnisse, im dritten: „Die Bewußtseinsvorgänge" eine Analyse des Empfindens, Vorstellens, Denkens und Wollens unter Zurückführung dieser Tätigkeiten auf

Lebens des Buddha, wobei besonders die Ähnlichkeiten mit den Evangelien und die Frage der Möglichkeit der Übertragung buddhistischer Erzählungen auf Jesus erörtert werden, seiner Stellung zu Staat und Kirche, seiner Lehrweise sowie seiner Lehre, wobei die „vier edlen Wahrheiten", die „Formel vom Kausalnexus" und der populärste Begriff des „Nirvana" erörtert werden, seiner Ethik und der weiteren Entwicklung des Buddhismus.

Byzanz. Byzantinische Charakterköpfe. Von Dr. Karl Dieterich. Mit 2 Bildnissen. (Nr. 244.)

Läßt in einer auf streng wissenschaftlicher Forschung beruhenden Darstellung durch Charakterisierung markanter Persönlichkeiten, unter denen wir Vertreter der verschiedenen sozialen Schichten, wie Kaiser, Staats- und Kirchenmänner, Gelehrte, Dichter und Vertreterinnen der Frauenwelt antreffen, einen Einblick in das wirkliche Wesen des gemeinhin so wenig bekannten mittelalterlichen Byzanz gewinnen, das ebenso reizvoll wie für die Erkenntnis des Orients bedeutsam ist.

Calvin. Johann Calvin. Von Pfarrer Dr. G. Sodeur. Mit einem Bildnis Calvins. (Nr. 247.)

Gibt eine eingehende, auf sorgfältigen Studien beruhende Darstellung des Lebens und Wirkens sowie der Persönlichkeit des Genfer Reformators, schildert zugleich die Wirkungen, welche von ihm ausgingen und sucht dadurch Verständnis für seine Größe und bleibende Bedeutung zu wecken.

Chemie. Luft, Wasser, Licht und Wärme. Neun Vorträge aus dem Gebiete der Experimental-Chemie. Von Professor Dr. Reinhart Blochmann. 3. Auflage. Mit zahlreichen Abbildungen. (Nr. 5.)

Führt unter besonderer Berücksichtigung der alltäglichen Erscheinungen des praktischen Lebens in das Verständnis der chemischen Erscheinungen ein und zeigt die außerordentliche Bedeutung derselben für unser Wohlergehen.

——— Bilder aus der chemischen Technik. Von Dr. Artur Müller. Mit 24 Abbildungen. (Nr. 191.)

Sucht unter Benutzung lehrreicher Abbildungen die Ziele und Hilfsmittel der chemischen Technik darzulegen, zu zeigen, was dieses Arbeitsgebiet zu leisten vermag, und in welcher Weise chemische Prozesse technisch durchgeführt werden, wobei zunächst die allgemein verwendeten Apparate und Vorgänge der chemischen Technik beschrieben, dann praktische Beispiele für deren Verwendung dargestellt und ausgewählte Sonderzweige des gewaltigen Gebietes geschildert werden. Insbesondere werden so die anorganisch-chemische Großindustrie (Schwefelsäure, Soda, Chlor, Salpetersäure usw.), ferner die Industrien, die mit der Destillation organischer Stoffe zusammenhängen (Leuchtgaserzeugung, Teerdestillation, künstliche Farbstoffe usw.) behandelt.

——— Einführung in die chemische Wissenschaft. Von Dr. Walter Löb. (Nr. 264.)

Nach Erörterung des Wesens chemischer Vorgänge werden die Begriffe der Elemente und Verbindungen in ihrer gesetzmäßigen Beziehung und Beobachtung abgeleitet und molekulartheoretisch gedeutet, weiter die Gesetze der Aggregatzustände zunächst rein empirisch, dann im Zusammenhang mit der Molekularhypothese dargestellt; das Energiegesetz endlich leitet zu den Erscheinungskreisen und den wissenschaftlichen Grundlagen der Thermochemie, Elektrochemie und Photochemie über.

——— Natürliche und künstliche Pflanzen- und Tierstoffe. Ein Überblick über die Fortschritte der neueren organischen Chemie. Von Dr. B. Bavink. Mit 7 Figuren. (Nr. 187.)

Gibt, ausgehend von einer kurzen Einführung in die Grundlagen der Chemie, einen Einblick in die wichtigsten theoretischen Kenntnisse der organischen Chemie, auf deren Leistungen nächst der d führung von Dampf und Elektrizität die große Veränderung unserer ganzen Lebenshaltung ruht, und sucht das Verständnis ihrer darauf begründeten praktischen Erfolge zu vermitteln, bei besonderes Gewicht auf die für die Industrie, Heilkunde und das tägliche Leben wertvoll Entdeckungen und Erfindungen gelegt wird, andererseits auf die Forschungsergebnisse, welche künftige Lösung des Stoffwechselproblems voraussehen lassen, wobei zugleich eine Einsicht in angehende Kompliziertheit der chemischen Vorzüge im lebenden Organismus eröffnet w

——— s. a. Elektrochemie; Energie; Erde; Haushalt; Metalle; Pflanz Photochemie; Spektroskopie; Sprengstoffe; Technik.

Christentum. Aus der Werdezeit des Christentums. Studien und Charakteristiken. Von Professor Dr. Johannes Geffcken. (Nr. 54.)
Gibt durch eine Reihe von Bildern eine Vorstellung von der Stimmung im alten Christentum und von seiner inneren Kraft und verschafft so ein Verständnis für die ungeheure und vielseitige welthistorische kultur- und religionsgeschichtliche Bewegung.

——— s. a. Bibel; Calvin; Jesus; Luther; Mystik; Religion.

Dampf und Dampfmaschine. Von Professor Richard Vater. 2 Auflage. Mit 45 Abbildungen. (Nr. 63.)
Schildert die inneren Vorgänge im Dampfkessel und namentlich im Zylinder der Dampfmaschine, um so ein richtiges Verständnis des Wesens der Dampfmaschine und der in der Dampfmaschine sich abspielenden Vorgänge zu ermöglichen.

Darwinismus s. Abstammungslehre.

Deutschland s. Dorf; Fürstentum; Geschichte; Handel; Kolonien; Kolonisation; Landwirtschaft; Verfassung; Volksstämme; Weltwirtschaft; Wirtschaftsgeschichte.

Dorf. Das deutsche Dorf. Von Robert Mielke. Mit 51 Abb. (Nr. 192.)
Schildert, von den Anfängen der Siedelungen in Deutschland ausgehend, wie sich mit dem Wechsel der Wohnsitze die Gestaltung des Dorfes änderte, wie mit neuen wirtschaftlichen, politischen und kulturellen Verhältnissen das Bild immer reicher wurde, bis sie im Anfange des 19. Jahrhunderts ein fast wunderbares Mosaik ländlicher Siedelungstypen darstellte, und bringt so, von der geographischen Grundlage als wichtigerem Faktor in der Entwicklung des Dorfes, seiner Häuser, Gärten und Straßen ausgehend, politische, wirtschaftliche und künstlerische Gesichtspunkte gleichmäßig zur Geltung, durch ein Kapitel über die Kultur des Dorfes die durch zahlreiche Abbildungen belebte Schilderung ergänzend.

——— s. a. Kolonisation.

Drama. Das deutsche Drama des neunzehnten Jahrhunderts. In seiner Entwicklung dargestellt von Professor Dr. Georg Witkowski. 2. Auflage. Mit einem Bildnis Hebbels. (Nr. 51.)
Sucht in erster Linie auf historischem Wege das Verständnis des Dramas der Gegenwart anzubahnen und berücksichtigt die drei Faktoren, deren jeweilige Beschaffenheit die Gestaltung des Dramas bedingt: Kunstanschauung, Schauspielkunst und Publikum.

——— s. a. Hebbel; Ibsen; Schiller; Shakespeare; Theater.

Dürer. Albrecht Dürer. Von Dr. Rudolf Wustmann. Mit 33 Abbildungen. (Nr. 97.)
Eine schlichte und knappe Erzählung des gewaltigen menschlichen und künstlerischen Entwicklungsganges Albrecht Dürers und eine Darstellung seiner Kunst, in der nacheinander seine Selbst- und Angehörigenbildnisse, die Zeichnungen zur Apokalypse, die Darstellungen von Mann und Weib, das Marienleben, die Stiftungsgemälde, die Radierungen von Rittertum, Trauer und Heiligkeit sowie die wichtigsten Werke aus der Zeit der Reife behandelt werden.

Ehe. Ehe u. Eherecht. Von Professor Dr. Ludwig Wahrmund. (Nr. 115.)
Schildert in gedrängter Fassung die historische Entwicklung des Ehebegriffes von den orientalischen und klassischen Völkern an nach seiner natürlichen, sittlichen und rechtlichen Seite und untersucht das Verhältnis von Staat und Kirche auf dem Gebiete des Eherechtes, behandelt darüber hinaus aber auch alle jene Fragen über die rechtliche Stellung der Frau und besonders der Mutter, die immer lebhafter die öffentliche Meinung beschäftigen.

Eisenbahnen. Die Eisenbahnen, ihre Entstehung und gegenwärtige Verbreitung. Von Professor Dr. Friedrich Hahn. Mit zahlreichen Abbildungen und einer Doppeltafel. (Nr. 71.)
Nach einem Rückblick auf die frühesten Zeiten des Eisenbahnbaues führt der Verfasser die moderne Eisenbahn im allgemeinen nach ihren Hauptmerkmalen vor. Der Bau des Bahnkörpers, der Tunnel, die großen Brückenbauten sowie der Betrieb selbst werden besprochen, schließlich ein Überblick über die geographische Verbreitung der Eisenbahnen gegeben.

Eisenbahnen. Die technische Entwicklung der Eisenbahnen der Gegenwart. Von Eisenbahnbau- und Betriebsinspektor Ernst Biedermann. Mit zahlreichen Abbildungen. (Nr. 144.)
Nach einem geschichtlichen Überblick über die Entwicklung der Eisenbahnen werden die wichtigsten Gebiete der modernen Eisenbahntechnik behandelt, Oberbau, Entwicklung und Umfang der Spurbahnnetze in den verschiedenen Ländern, die Geschichte des Lokomotivwesens bis zur Ausbildung der Heißdampflokomotiven einerseits und des elektrischen Betriebes andererseits sowie der Sicherung des Betriebes durch Stellwerks- und Blockanlagen.

——— s. a. Internationalismus; Technik; Verkehrsentwicklung.

Eisenbetonbau. Der Eisenbetonbau. Von Diplom-Ingenieur Em. Haimovici. (Nr. 275.)
Gibt zum ersten Male eine fachmännische und dabei doch völlig allgemein verständliche Darstellung dieses jüngsten und interessanten Zweiges der Hochbautechnik, der schon jetzt erstaunliche Erfolge aufzuweisen hat und für den eine immer wachsende Bedeutung zu erwarten steht

Eisenhüttenwesen. Das Eisenhüttenwesen. Erläutert in acht Vorträgen von Geh. Bergrat Professor Dr. Hermann Wedding. 3. Auflage. Mit 15 Figuren. (Nr. 20.)
Schildert in gemeinfaßlicher Weise, wie Eisen, das unentbehrlichste Metall, erzeugt und in seine Gebrauchsformen gebracht wird. Besonders wird der Hochofenprozeß nach seinen chemischen, physikalischen und geologischen Grundlagen dargestellt und die Erzeugung der verschiedenen Eisenarten und die dabei in Betracht kommenden Prozesse erörtert.

——— s. a. Metalle.

Elektrochemie. Von Prof. Dr. Kurt Arndt. Mit zahlr. Abb. (Nr. 234.)
Legt in gemeinverständlicher Fassung die Grundsätze der Elektrochemie, des jüngsten und interessantesten Zweiges der chemischen Wissenschaft dar und gibt dann an der Hand zahlreicher Abbildungen ein anschauliches Bild der vielen auf ihr beruhenden Industriezweige, deren Betriebe viele Tausende von Arbeitern beschäftigen und ein Vermögen von zahllosen Millionen darstellen, wobei auch das neueste Verfahren zur Salpetersäuregewinnung aus der Luft Berücksichtigung findet.

Elektrotechnik. Grundlagen der Elektrotechnik. Von Dr. Rudolf Blochmann. Mit 128 Abbildungen. (Nr. 168.)
Eine durch lehrreiche Abbildungen unterstützte Darstellung der elektrischen Erscheinungen, ihrer Grundgesetze und ihrer Beziehungen zum Magnetismus sowie eine Einführung in das Verständnis der zahlreichen praktischen Anwendungen der Elektrizität in den Maschinen zur Krafterzeugung wie in der elektrischen Beleuchtung und in der Chemie.

——— Drähte und Kabel, ihre Anfertigung und Anwendung in der Elektrotechnik. Von Telegrapheninspektor H. Brick. Mit Abbildungen. (Nr. 285.)
Gibt, ohne auf technische Einzelheiten einzugehen, durch Illustrationen unterstützt, nach einer elementaren Darstellung der Theorie der Leitung, einen allgemein verständlichen Überblick über die Herstellung, Beschaffenheit und Wirkungsweise aller zur Übermittelung von elektrischem Strom dienenden Leitungen, das angewandte Material, die verschiedenen Isolierstoffe, über die Herstellung der blanken und isolierten Drähte, und der Schwach- und Starkstromkabel der verschiedensten Art, sowie endlich über die hierfür geltenden Lieferungsbedingungen und Abnahmeprüfungen, sowie die wichtigsten Anwendungsweisen von Drähten und Kabeln.

——— s. a. Beleuchtungsarten; Funkentelegraphie; Telegraphie.

Energie. Die Lehre von der Energie. Von Dr. Alfred Stein. (Nr. 257.)
Sucht in einfacher Weise eine Vorstellung von der Einheitlichkeit zu vermitteln, die durch die Aufstellung des Energiebegriffs und des Energiegesetzes in unsere gesamte Naturauffassung gekommen ist, zeigt, daß man alle Zustände als Energieformen, alle Vorgänge als Energieumwandlungen betrachten kann, über denen als oberstes Gesetz das Energieprinzip in zweifacher Form waltet, als Gesetz der Erhaltung und als Gesetz des Geschehens und behandelt mit der historischen Entwicklung des Energieprinzips dessen Verhältnis zu der für unser Naturerkennen so wichtigen mechanisch-atomistischen Naturauffassung.

England. Englands Weltmacht in ihrer Entwicklung vom 17. Jahrh. bis auf unsere Tage. Von Prof. Dr. Wilh. Langenbeck. Mit 19 Bildnissen. (Nr. 174.)
Schildert nach einem Überblick über das mittelalterliche England die Anfänge der englischen Kolonialpolitik im Zeitalter der Königin Elisabeth, die innere politische Entwicklung im 17. und 18. Jahrhundert, das allmähliche Aufsteigen zur Weltmacht, den gewaltigen wirtschaftlichen

und maritimen Aufschwung sowie den Ausbau des Kolonialreiches im 18. Jahrhundert und schließt mit einer Beleuchtung über den gegenwärtigen Stand und die mutmaßliche Zukunft des britischen Weltreiches.

Entdeckungen. Das Zeitalter der Entdeckungen. Von Professor Dr. Siegmund Günther. 2. Auflage. Mit einer Weltkarte. (Nr. 26.)

Mit lebendiger Darstellungsweise sind hier die großen weltbewegenden Ereignisse der geographischen Renaissancezeit ansprechend geschildert, von der Begründung der portugiesischen Kolonialherrschaft und den Fahrten des Kolumbus an bis zu dem Hervortreten der französischen, britischen und holländischen Seefahrer.

——— s. a. Polarforschung.

Erde. Aus der Vorzeit der Erde. Vorträge über allgemeine Geologie. Von Prof. Dr. Fritz Frech. In 5 Bänden. 2. Aufl. Mit zahlr. Abb. (Nr. 207—211.)

In 5 Bänden wird eine vollständige Darstellung der Fragen der allgemeinen Geologie und physischen Erdkunde gegeben, wobei Übersichtstabellen die Fachausdrücke und die Reihenfolge der geologischen Perioden erläutern und auf neue, vorwiegend nach Original-Photographien angefertigte Abbildungen und auf anschauliche, lebendige Schilderung besonders Wert gelegt ist.

I. Band: Gebirgsbau und Vulkanismus. (Nr. 207.)

II. Band: Kohlenbildung und Klima der Vorzeit. (Nr. 208.)

III. Band: Die Arbeit des fließenden Wassers. Eine Einleitung in die physikalische Geologie. Mit 51 Abbildungen im Text und auf 3 Tafeln. (Nr. 209.)

Behandelt als eines der interessantesten und wichtigsten Gebiete der Geologie die nie ruhende, zerstörende und aufbauende Tätigkeit des fließenden Wassers, die Talbildung, die Arbeit der Wildbäche, die Karstphänomene, die Schlammvulkane und die Höhlenbildung, die Quellen, das Grundwasser und die bedingenden Ursachen der Bergstürze.

IV. Band: Die Arbeit des Ozeans und die chemische Tätigkeit des Wassers im allgemeinen. Mit 1 Titelbild und 51 Textabbildungen. (Nr. 210.)

Schildert den Vorgang der Bodenbildung durch Verwitterung und die ihn beherrschenden Gesetze im allgemeinen, sowie die Entstehung der Landschaftsformen des Mittelgebirges, sodann die Kräfte, welche die Bildung der Küsten, das Vordringen und Zurückweichen des Meeres, sowie der Oberflächengestaltung auf dem Grunde der Weltmeere beherrschen. Es folgt eine Schilderung des interessanten, vielumstrittenen Vorganges der Bildung von Korallenriffen und endlich eine allgemeine Übersicht über die Geographie der Ozeane in der geologischen Vorzeit, die mit einem Ausblick auf die Frage der Dauer oder Veränderlichkeit der großen Weltmeere schließt.

V. Band: Gletscher und Eiszeit. (Nr. 211.)

——— s. a. Alpen; Korallen; Mensch und Erde; Planeten; Weltall; Wirtschaftsgeschichte.

Erfindungswesen s. Gewerbe.

Ernährung. Ernährung und Volksnahrungsmittel. Sechs Vorträge von weil. Prof. Dr. Johannes Frentzel. 2. Aufl. Neu bearb. vom Geh. Rat Prof. Dr. U. Suntz in Berlin. Mit 7 Abb. und 2 Tafeln. (Nr. 19.)

Gibt einen Überblick über die gesamte Ernährungslehre. Durch Erörterung der grundlegenden Begriffe werden die Zubereitung der Nahrung und der Verdauungsapparat besprochen und endlich die Herstellung der einzelnen Nahrungsmittel, insbesondere auch der Konserven behandelt.

——— s. a. Alkoholismus; Haushalt; Kaffee; Säugling.

Erziehung. Moderne Erziehung in Haus und Schule. Vorträge in der Humboldt-Akademie zu Berlin. Von Johannes Tews. (Nr. 159.)

Betrachtet die Erziehung als Sache nicht eines einzelnen Berufes, sondern der gesamten gegenwärtigen Generation, zeichnet scharf die Schattenseiten der modernen Erziehung und zeigt Mittel und Wege für eine allseitige Durchdringung des Erziehungsproblems.

——— s. a. Bildungswesen; Fortbildungsschulwesen; Jugendfürsorge; Kind (Psychologie); Knabenhandarbeit; Pädagogik; Schulwesen; Student.

Evolutionismus s. Lebensanschauungen.

Farben s. Licht.

Fernsprechtechnik s. Telegraphie.

Fortbildungsschulwesen. Das deutsche Fortbildungsschulwesen. Von Dr. Friedrich Schilling. (Nr. 256.)
Aufgabe und Ausgestaltung aller Arten von Fortbildungsschulen, insbesondere der gewerblichen und kaufmännischen sowie der ländlichen, werden sachmännisch gewürdigt und Richtlinien für einen konsequenten Weiterbau scharf und sicher gezeichnet. Daher ermöglicht das Werk einen verständnisvollen Überblick über die zurzeit bestehenden gesetzlichen Festlegungen und die geschaffenen praktischen Maßnahmen, wie auch über die sich durchringenden Reformideen.

Fortpflanzung. Die Fortpflanzung der Tiere. Von Privatdozent Dr. Richard Goldschmidt. Mit 77 Abbildungen. (Nr. 253.)
Sucht einen Überblick über die unter den Tatsachen der Biologie wechselvollsten und oft überraschendsten Fortpflanzungserscheinungen in allen Gruppen sowie eine anschauliche Schilderung einzelner besonders anziehender Vorgänge zu geben, indem nach einer allgemeinen Einleitung über Fortpflanzung und Organisation die verschiedenen Formen der tierischen Fortpflanzung, ungeschlechtliche Vermehrung, geschlechtliche Fortpflanzung sowie gemischte Fortpflanzungsweise, weiterhin die zur Erhaltung und Verbreitung der Nachkommenschaft vorhandenen Schutzmittel.

Frankreich s. Napoleon.

Frauenarbeit. Die Frauenarbeit, ein Problem des Kapitalismus. Von Privatdozent Dr. Robert Wilbrandt. (Nr. 106.)
Das Thema wird als eine der brennendsten Fragen behandelt, die uns durch den Kapitalismus aufgegeben worden sind, und behandelt von dem Verhältnis von Beruf und Mutterschaft aus, als dem zentralen Problem der ganzen Frage, die Ursachen der niedrigen Bezahlung der weiblichen Arbeit, die daraus entstehenden Schwierigkeiten in der Konkurrenz der Frauen mit den Männern, den Gegensatz von Arbeiterinnenschutz und Befreiung der weiblichen Arbeit.

Frauenbewegung. Die moderne Frauenbewegung. Ein geschichtlicher Überblick. Von Dr. Käthe Schirmacher. (Nr. 67.)
Gibt einen Überblick über die Haupttatsachen der modernen Frauenbewegung in allen Ländern und schildert eingehend die Bestrebungen der modernen Frau auf dem Gebiet der Bildung, der Arbeit, der Sittlichkeit, der Soziologie und Politik.

Frauenkrankheiten. Gesundheitslehre für Frauen. In acht Vorträgen. Von weil. Privatdozent Dr. Roland Stichr. Mit 13 Abbildungen. (Nr. 171.)
Eine Gesundheitslehre für Frauen, die über die Anlage des weiblichen Organismus und seine Pflege unterrichtet, zeigt, wie diese bereits im Kindesalter beginnen muß, welche Bedeutung die allgemeine körperliche und geistige Hygiene insbesondere in der Zeit der Entwicklung hat, um sich dann eingehend mit dem Beruf der Frau als Gattin und Mutter zu beschäftigen.
——— s. a. Geschlechtskrankheiten.

Frauenleben. Deutsches Frauenleben im Wandel der Jahrhunderte. Von Dir. Dr. Eduard Otto. 2. verb. Aufl. Mit 27 Abbildungen im Text. (Nr. 45.)
Gibt ein Bild des deutschen Frauenlebens von der Urzeit bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts, von Denken und Fühlen, Stellung und Wirksamkeit der deutschen Frau, wie sie sich im Wandel der Jahrhunderte darstellt.

Friedensbewegung. Die moderne Friedensbewegung. Von Alfred H. Fried. (Nr. 157.)
Entwickelt das Wesen und die Ziele der Friedensbewegung, gibt dann eine Darstellung der Schiedsgerichtsbarkeit in ihrer Entwicklung und ihrem gegenwärtigen Umfang mit besonderer Berücksichtigung der hohen Bedeutung der Haager Friedenskonferenz, beschäftigt sich hierauf mit dem Abrüstungsproblem und gibt zum Schluß einen eingehenden Überblick über die Geschichte der Friedensbewegung und eine chronologische Darstellung der für sie bedeutsamen Ereignisse.
——— s. a. Recht.

Friedrich der Große. Sechs Vorträge von Privatdozent Theodo Bitterauf. Mit 2 Bildnissen. (Nr. 246.)
Schildert in knapper, wohldurchdachter, durch charakteristische Selbstzeugnisse und authentische Äußerungen bedeutender Zeitgenossen belebter Darstellung des großen Königs Leben und Wirken, d den Grund gelegt hat für die ganze spätere geschichtliche und kulturelle Entwicklung Deutschland

Fröbel. Friedrich Fröbel. Sein Leben und sein Wirken. Von Adele vo Portugall. Mit 5 Tafeln. (Nr. 82.)

Lehrt die grundlegenden Gedanken der Methode Fröbels kennen und gibt einen Überblick seiner wichtigsten Schriften mit Betonung aller jener Kernaussprüche, die treuen und oft ratlosen Müttern als Wegweiser in Ausübung ihres hehrsten und heiligsten Berufes dienen können.

Funkentelegraphie. Die Funkentelegraphie. Von Oberpostpraktikanten H. Thurn. Mit 53 Illustrationen. (Nr. 167.)
Nach einer Übersicht über die elektrischen Vorgänge bei der Funkentelegraphie und einer eingehenden Darstellung des Systems Telefunken werden die für die verschiedenen Anwendungsgebiete erforderlichen einzelnen Konstruktionstypen vorgeführt, (Schiffsstationen, Landstationen, Militärstationen und solche für den Eisenbahndienst), wobei nach dem neuesten Stand von Wissenschaft und Technik in jüngster Zeit ausgeführte Anlagen beschrieben werden. Danach wird der Einfluß der Funkentelegraphie auf Wirtschaftsverkehr und das Wirtschaftsleben (im Handels- und Kriegsseeverkehr, für den Heeresdienst, für den Wetterdienst usw.) sowie im Anschluß daran die Regelung der Funkentelegraphie im deutschen und internationalen Verkehr erörtert.

Fürsorgewesen s. Jugendfürsorge.

Fürstentum. Deutsches Fürstentum und deutsches Verfassungswesen. Von Professor Dr. Eduard Hubrich. (Nr. 80.)
Der Verfasser zeigt in großen Umrissen den Weg, auf dem deutsches Fürstentum und deutsche Volksfreiheit zu dem in der Gegenwart geltenden wechselseitigen Ausgleich gelangt sind, unter besonderer Berücksichtigung der preußischen Verfassungsverhältnisse, wobei nach kürzerer Beleuchtung der älteren Verfassungszustände der Verfasser die Begründung des fürstlichen Absolutismus und demgegenüber das Erwachen, Fortschreiten und Siegen des modernen Konstitutionalismus eingehend bis zur Entstehung der preußischen Verfassung und zur Begründung des Deutschen Reiches schildert.

——— s. a. Geschichte; Verfassung.

Gartenkunst. Geschichte der Gartenkunst. Von Bauinspektor Reg.-Baumeister Ranck. (Nr. 274.)
Gibt in gedrängter Form einen Abriß der Geschichte des Gartens als Kunstwerk, indem der Garten im Altertum und im Mittelalter, der Garten der italienischen Renaissance, der französische Garten der Zeit Ludwigs XIV. und der Landschaftsgarten des 18. und 19. Jahrhunderts und endlich die modernen Bestrebungen, die Haus und Garten wieder zu einem einheitlichen Kunstwerk vereinigen wollen, durch reiche Illustrationen unterstützt, dargestellt werden.

Gartenstadtbewegung. Die Gartenstadtbewegung. Von Generalsekr. Hans Kampffmeyer. Mit 43 Abbildungen. (Nr. 259.)
Bietet eine zusammenfassende, auf gründlichem Studium der englischen Verhältnisse aufgebaute Darstellung der Gartenstadtbewegung, indem es im Anschluß an eine allgemeine volkswirtschaftliche Einführung die Geschichte der Bewegung gibt, sodann die praktischen Einzelfragen, die bei der Verwirklichung des Gartenstadtgedankens Berücksichtigung verdienen, ferner die Bedeutung der Bewegung für Volkswirtschaft, Volksgesundheit, Kunst u. dergl. erörtert und zum Schluß an der Hand von Beispielen die Aussichten der deutschen Gartenstadtbewegung bespricht.

Gasmaschinen s. Automobil; Wärmekraftmaschinen.

Gehirn s. Geistesleben.

Geisteskrankheiten. Von Anstaltsoberarzt Dr. Georg Ilberg. (Nr. 151.)
Erörtert das Wesen der Geisteskrankheiten und an eingehend zur Darstellung gelangenden Beispielen die wichtigsten Formen geistiger Erkrankung, um so ihre Kenntnis zu fördern, die richtige Beurteilung der Zeichen geistiger Erkrankung und damit eine rechtzeitige verständnisvolle Behandlung derselben zu ermöglichen.

Geistesleben. Die Mechanik des Geisteslebens. Von Professor Dr. Max Verworn. Mit 11 Figuren. (Nr. 200.)
Will unsere modernen Erfahrungen und Anschauungen über das physiologische Geschehen, das sich bei den Vorgängen des Geisteslebens in unserem Gehirn abspielt, in großen Zügen verständlich machen, indem es die Dinge mit den Begriffen und den Vergleichen des täglichen Lebens schildert. So wird im ersten Abschnitt: „Leib und Seele“ der Standpunkt einer monistischen Auffassung der Welt, die in einem streng wissenschaftlichen Konditionismus zum Ausdruck kommt, erörtert, im zweiten: „Die Vorgänge in den Elementen des Nervensystems“ ein Einblick in die Methodik zur Erforschung der physiologischen Vorgänge in denselben sowie ein Überblick über ihre Ergebnisse, im dritten: „Die Bewußtseinsvorgänge“ eine Analyse des Empfindens, Vorstellens, Denkens und Wollens unter Zurückführung dieser Tätigkeiten auf

die Vorgänge in den Elementen des Nervensystems gegeben. Der vierte und fünfte Abschnitt beschäftigt sich in analoger Weise mit den Vorgängen des „Schlafes und Traumes" und den scheinbar so geheimnisvollen Tatsachen der „Hypnose und Suggestion".

Geistesleben s. a. Bildungswesen; Buchgewerbe; Byzanz; Christentum; Mensch; Philosophie; Religion.

Genossenschaftswesen s. Konsumgenossenschaften.

Geographie s. Alpen; Dorf; Entdeckungen; Japan; Kolonien; Mensch; Orient; Palästina; Polarforschung; Städte; Volksstämme; Wirtschaftsleben.

Geologie s. Alpen; Erde; Korallen.

Germanen. Germanische Kultur in der Urzeit. Von Professor Dr. Georg Steinhausen. Mit 17 Abbildungen. (Nr. 75.)

Das Büchlein beruht auf eingehender Quellenforschung und gibt in fesselnder Darstellung einen Überblick über germanisches Leben von der Urzeit bis zur Berührung der Germanen mit der römischen Kultur.

——— German. Mythologie. Von Dr. Julius v. Negelein. (Nr. 95.)

Der Verfasser gibt ein Bild germanischen Glaubenslebens, indem er die Äußerungen religiösen Lebens namentlich auch im Kultus und in den Gebräuchen des Aberglaubens aufsucht, sich überall bestrebt, das zugrunde liegende psychologische Motiv zu entdecken, die verwirrende Fülle mythischer Tatsachen und einzelner Namen aber demgegenüber zurücktreten läßt.

Geschichte. Politische Hauptströmungen in Europa im 19. Jahrhundert. Von Professor Dr. Karl Theodor v. Heigel. (Nr. 129.)

Bietet eine knappe Darstellung der wichtigsten politischen Ereignisse vom Ausbruche der französischen Revolution bis zum Ausgang des 19. Jahrhunderts, womit eine Schilderung der politischen Ideen Hand in Hand geht, und wobei überall Ursache und Wirkung, d. h. der innere Zusammenhang der einzelnen Vorgänge, dargelegt, auch Sinnesart und Taten wenigstens der einflußreichsten Persönlichkeiten gewürdigt werden.

——— Von Luther zu Bismarck. 12 Charakterbilder aus deutscher Geschichte. Von Professor Dr. Ottokar Weber. 2 Bände. (Nr. 123. 124.)

Ein knappes und doch eindrucksvolles Bild der nationalen und kulturellen Entwicklung der Neuzeit, das aus den vier Jahrhunderten je drei Persönlichkeiten herausgreift, die bestimmend eingegriffen haben in den Werdegang deutscher Geschichte. Der große Reformator, Regenten großer und kleiner Staaten; Generale, Diplomaten kommen zu Wort. Was Martin Luther einst geträumt: ein nationales deutsches Kaiserreich, unter Bismarck steht es begründet da.

——— 1848. Sechs Vorträge von Professor Dr. Ottokar Weber. (Nr. 53.)

Will eine richtige Abschätzung des „tollen Jahres" in seiner geschichtlichen Bedeutung ermöglichen, der schmachvollen und doch so berauschend schönen Zeit jenes Völkerfrühlings, in der alle Menschen Brüder schienen und die „monotone Welt des Schlendrians" wie von einem elektrischen Strome getroffen wurde, indem es in kritischer Darstellung die Beweggründe der einzelnen Stände klarzustellen, den rechts und links auftretenden Extremen gerecht zu werden sucht und besonders den großartigen deutschnationalen Aufschwung jenes Jahres hervorhebt.

——— Restauration und Revolution. Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der deutschen Einheit. Von Professor Dr. Richard Schwemer. (Nr. 37.)

——— Die Reaktion und die neue Ära. Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der Gegenwart. Von Professor Dr. Richard Schwemer. (Nr. 101.)

——— Vom Bund zum Reich. Neue Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der deutschen Einheit. Von Professor Dr. Richard Schwemer. (Nr. 102.)

Die 3 Bände geben zusammen eine in Auffassung und Darstellung durchaus eigenartige Geschichte des deutschen Volkes im 19. Jahrhundert. „Restauration und Revolution" behandelt das Leben und Streben des deutschen Volkes in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, von dem ersten Aufleuchten des Gedankens des nationalen Staates bis zu dem tragischen Fehlschlagen aller Hoffnungen in der Mitte des Jahrhunderts. „Die Reaktion und die neue Ära", beginnend mit der Zeit der Ermattung nach dem großen Aufschwung von 1848, stellt in den Mittelpunkt den Prinzen von Preußen und Otto von Bismarcks Schaffen. „Vom Bund zum Reich" zeigt uns Bismarck mit sicherer Hand die Grundlage des Reiches vorbereitend und dann immer entschiedener allem Geschehenen das Gepräge seines Geistes verleihend.

Geschichte s. a. Amerika; Bildungswesen; Byzanz; Calvin; Deutschland; Dorf; England; Entdeckungen; Frauenleben; Friedrich der Große; Fürstentum; Germanen; Handel; Japan; Jesuiten; Ingenieurtechnik; Kalender; Kriegswesen; Kultur; Kunst; Literaturgeschichte; Luther; Münze; Musik; Napoleon; Österreich; Palästina; Philosophie; Pompeji; Rom; Schulwesen; Soziale Bewegungen; Städtewesen; Student; Theater; Uhr; Verfassung; Volkssage; Volksstämme; Wirtschaftsgeschichte.

Geschlechtskrankheiten. Die Geschlechtskrankheiten, ihr Wesen, ihre Verbreitung, Bekämpfung und Verhütung. Für die Gebildeten aller Stände bearbeitet von Generaloberarzt Professor Dr. Wilhelm Schumburg. Mit Figuren und Tafeln. (Nr. 251.)
Gibt in sachlicher, aber rückhaltlos offener Darlegung ein Bild von dem Wesen der Geschlechtskrankheiten, von ihren Erregern, den verschiedenartigen Wegen, die sie im Körper einschlagen und den Schäden, die sich an ihre Fersen heften, erörtert nach statistischen Angaben über die Verbreitung der Geschlechtskrankheiten ausführlich ihre Bekämpfung und Verhütung, mit besonderer Rücksicht auf das gefährliche Treiben der Prostitution und der Kurpfuscher, die persönlichen Schutzmaßregeln sowie die Aussichten auf erfolgreiche Behandlung.

Gesundheitslehre. Acht Vorträge aus der Gesundheitslehre. Von Professor Dr. H. Buchner. 3. durchgesehene Auflage, besorgt von Professor Dr. M. Gruber. Mit zahlreichen Textabbildungen. (Nr. 1.)
In klarer und überaus fesselnder Darstellung unterrichtet der Verfasser über die äußeren Lebensbedingungen des Menschen, über das Verhältnis von Luft, Licht und Wärme zum menschlichen Körper, über Kleidung und Wohnung, Bodenverhältnisse und Wasserversorgung, die Krankheiten erzeugenden Pilze und die Infektionskrankheiten, kurz über die wichtigsten Fragen der Hygiene.

——— s. a. Alkoholismus; Anatomie; Arzt; Auge; Bakterien; Ernährung; Frauenkrankheiten; Geisteskrankheiten; Geschlechtskrankheiten; Gymnastik; Haushalt; Heilwissenschaft; Heizung (und Lüftung); Hypnotismus; Krankenpflege; Mensch; Nervensystem; Säugling; Schulhygiene; Stimme; Tuberkulose; Zahnpflege.

Gewerbe. Der gewerbliche Rechtsschutz in Deutschland. Von Patentanwalt Bernhard Tolksdorf. (Nr. 138.)
Nach einem allgemeinen Überblick über Entstehung und Entwicklung des gewerblichen Rechtsschutzes und einer Bestimmung der Begriffe Patent und Erfindung wird zunächst das deutsche Patentrecht behandelt, wobei der Gegenstand des Patentes, der Patentberechtigte, das Verfahren in Patentsachen, die Rechte und Pflichten des Patentinhabers, das Erlöschen des Patentrechtes und die Verletzung und Anmaßung des Patentschutzes erörtert werden. Sodann wird das Muster- und Warenzeichenrecht dargestellt und dabei besonders Art und Gegenstand der Muster, ihre Nachbildung, Eintragung, Schutzdauer und Löschung klargelegt. Ein weiterer Abschnitt befaßt sich mit den internationalen Verträgen und dem Ausstellungsschutz. Zum Schlusse wird noch die Stellung der Patentanwälte besprochen.

——— s. a. Buchgewerbe; Pflanzen; Sprengstoffe; Technik; Uhr.

Griechenland s. Altertum.

Gymnastik s. Gesundheitslehre; Turnen.

Handel. Geschichte des deutschen Handels. Von Professor Dr. W. Langenbeck. (Nr. 237.)
Führt den Leser von den primitiven prähistorischen Anfängen bis zu der heutigen Weltmachtstellung des deutschen Handels, indem es zugleich durch stete Aufweisung der bestimmenden Bedingungen und Kräfte eine klare Einsicht in den Gang dieser weittragenden Entwicklung und in die heutige Struktur unseres weitverzweigten Welthandels als deren Resultat vermittelt. Dabei tritt in der Neuzeit zunächst die allmähliche Verdrängung vom Welthandel, die Hemmung in der Entwicklung des Binnenhandels infolge der territorialen Zersplitterung hervor, dann aber mündet die Darstellung aus in den durch das allmähliche Erstarken einzelner Seehandelsplätze und durch die Wirtschaftspolitik des brandenburgisch-preußischen Staates vorbereiteten gewaltigen Aufschwung im 19. Jahrhundert, der endlich in der Wirtschaftspolitik des Deutschen Reiches seine Krönung findet.

Handel. Geschichte des Welthandels. Von Oberlehrer Dr. Max Georg Schmidt. (Nr. 118.)
Eine zusammenfassende Übersicht der Entwicklung des Handels führt von dem Altertum an über das Mittelalter, in dem Konstantinopel, seit den Kreuzzügen Italien und Deutschland den Weltverkehr beherrschen, zur Neuzeit, die mit der Auffindung des Seewegs nach Indien und der Entdeckung Amerikas beginnt und bis zur Gegenwart, in der auch der deutsche Kaufmann nach dem alten Hansawort „Mein Feld ist die Welt" den ganzen Erdball erobert.

——— s. a. Altertum; Amerika; Konsumgenossenschaft; Weltwirtschaft; Wirtschaftsgeschichte.

Handfertigkeit s. Knabenhandarbeit.

Handwerk. Das deutsche Handwerk in seiner kulturgeschichtlichen Entwicklung. Von Direktor Dr. Eduard Otto. 3. Auflage. Mit 27 Abbildungen auf 8 Tafeln. (Nr. 14.)
Eine Darstellung der Entwicklung des deutschen Handwerks bis in die neueste Zeit, der großen Umwälzung aller wirtschaftlichen Verhältnisse im Zeitalter der Eisenbahnen und Dampfmaschinen und der Handwerkerbewegungen des 19. Jahrhunderts wie des älteren Handwerkslebens, seiner Sitten, Bräuche und Dichtung.

Haus. Das deutsche Haus und sein Hausrat. Von Professor Dr. Rudolf Meringer. Mit 106 Abbildungen. (Nr. 116.)
Das Buch will das Interesse an dem deutschen Haus, wie es geworden ist, fördern; mit zahlreichen künstlerischen Illustrationen ausgestattet, behandelt es nach dem „Herdhaus" das oberdeutsche Haus, führt dann anschaulich die Einrichtung der für dieses charakteristischen Stube, den Ofen, den Tisch, das Eßgerät vor und gibt einen Überblick über die Herkunft von Haus und Hausrat.

——— Kulturgeschichte des deutschen Bauernhauses. Von Regierungsbaumeister a. D. Christian Rauck. Mit 70 Abbildungen. (Nr. 121.)
Der Verfasser führt den Leser in das Haus des germanischen Landwirtes und zeigt dessen Entwicklung, wendet sich dann dem Hause der skandinavischen Bauern zu, um hierauf die Entwicklung des deutschen Bauernhauses während des Mittelalters darzustellen und mit einer Schilderung der heutigen Form des deutschen Bauernhauses zu schließen.

——— s. a. Baukunst; Eisenbetonbau; Gartenkunst; Kunst; Städtewesen.

Haushalt. Die Naturwissenschaften im Haushalt. Von Dr. Johannes Bongardt. In 2 Bänden. Mit zahlreichen Abbildungen. (Nr. 125. 126.)
I. Teil: Wie sorgt die Hausfrau für die Gesundheit der Familie?
II. Teil: Wie sorgt die Hausfrau für gute Nahrung?
Selbst gebildete Hausfrauen können sich Fragen nicht beantworten wie die, weshalb sie z. B. kondensierte Milch auch in der heißen Zeit in offenen Gefäßen aufbewahren können, weshalb sie hartem Wasser Soda zusetzen, weshalb Obst im kupfernen Kessel nicht erkalten soll. Da soll hier an der Hand einfacher Beispiele, unterstützt durch Experimente und Abbildungen, das naturwissenschaftliche Denken der Leserinnen so geschult werden, daß sie befähigt werden, auch solche Fragen selbst zu beantworten, die das Buch unberücksichtigt läßt.

——— Chemie in Küche und Haus. Von weil. Professor Dr. Gustav Abel. 2. Auflage besorgt von Dr. Joseph Klein. Mit einer mehrfarbigen Doppeltafel. (Nr. 76.)
Gibt eine für jedermann verständliche vollständige Übersicht und eingehende Belehrung über die Natur der mannigfachen in Küche und Haus sich vollziehenden Prozesse chemischer und physikalisch-chemischer Art, um dadurch vor allem für eine rationelle Auswahl und Zubereitung der täglichen Nahrung sowie für einen wirksamen Schutz vor Schädigungen und Vergiftungen Verständnis zu erwecken.

——— s. a. Bakterien; Heizung (und Lüftung); Kaffee.

Haustiere. Die Stammesgeschichte unserer Haustiere. Von Professor Dr. Carl Keller. Mit 28 Abbildungen. (Nr. 252.)
Um über den Werdegang unserer tierischen Hausgenossen aufzuklären, wird nach einem geschichtlichen Überblick über die Wandlungen der Haustierforschung seit Linné an der Hand der prähistorischen Forschung nachgewiesen, wie schon zur neolithischen Zeit der Haustiererwerb mit solchem Erfolg einsetzte, daß der späteren historischen Zeit nur noch eine be-

scheidene Nachlese übrigblieb, wie dafür die gehobene Kultur die Rassen stark umgebildet hat; sodann werden für die älteren und jüngeren Haustiere, Hunde und Katzen, Pferde und Esel, Rinder, Ziegen und Schafe, Schweine und Kaninchen, wie Hühner und Tauben im einzelnen die Stammformen und die Bildungsformen aufgesucht sowie die Verbreitung der Rassen klargelegt.

Haydn s. Musik.

Hebbel. Friedrich Hebbel. Von Dr. Anna Schapire-Neurath. Mit einem Bildnis Hebbels. (Nr. 238.)
Gibt nach einer knappen Darstellung des Lebens- und Entwicklungsganges eine eindringende Analyse des Werkes und der Weltanschauung des großen deutschen Tragikers und bemüht sich, ohne harmonisierende Zusammenhänge zu konstruieren, die Persönlichkeit in ihrer vollen Wirklichkeit zu erfassen.

Hebezeuge. Das Heben fester, flüssiger und luftförmiger Körper. Von Professor Richard Vater. Mit 67 Abbildungen. (Nr. 196.)
Will, ohne umfangreiche Kenntnisse auf dem Gebiet der Mechanik vorauszusetzen, an der Hand zahlreicher einfacher Skizzen das Verständnis für die Wirkung der Hebezeuge einem weiteren Kreise zugänglich machen. So werden die Hebe-Vorrichtungen fester, flüssiger und luftförmiger Körper nach dem neuesten Stand der Technik einer ausführlichen Betrachtung unterzogen, wobei wichtigere Abschnitte, wie: Hebel und schiefe Ebene, Druckwasserhebevorrichtungen, Zentrifugalpumpen, Gebläse usw. besonders eingehend behandelt sind.

Heilwissenschaft, Die moderne. Wesen und Grenzen des ärztlichen Wissens. Von Dr. Edmund Biernacki. Deutsch von Badearzt Dr. S. Ebel. (Nr. 25.)
Will in den Inhalt des ärztlichen Wissens und Könnens von einem allgemeineren Standpunkte aus einführen, indem die geschichtliche Entwicklung der medizinischen Grundbegriffe, die Leistungsfähigkeit und die Fortschritte der modernen Heilkunst, die Beziehungen zwischen der Diagnose und der Behandlung der Krankheit sowie die Grenzen der modernen Diagnostik behandelt werden.

——— Der Aberglaube in der Medizin und seine Gefahr für Gesundheit und Leben. Von Professor Dr. D. von Hansemann. (Nr. 83.)
Behandelt alle menschlichen Verhältnisse, die in irgendeiner Beziehung zu Leben und Gesundheit stehen, besonders mit Rücksicht auf viele schädliche Arten des Aberglaubens, die geeignet sind, Krankheiten zu fördern, die Gesundheit herabzusetzen und auch in moralischer Beziehung zu schädigen.

——— s. a. Anatomie; Arzt; Auge; Bakterien; Frauenkrankheiten; Geisteskrankheiten; Gesundheitslehre; Hypnotismus; Krankenpflege; Nervensystem; Säugling; Schulhygiene; Zahnpflege.

Heizung und Lüftung. Von Ingenieur Johann Eugen Mayer. Mit 40 Abbildungen im Text. (Nr. 241.)
Will in allgemein-verständlicher Darstellung über die verschiedenen Lüftungs- und Heizungsarten menschlicher Wohn- und Aufenthaltsräume orientieren und zugleich ein Bild von der modernen Lüftungs- und Heizungstechnik geben, um dadurch Interesse und Verständnis für die dabei in Betracht kommenden, oft so wenig beachteten, aber in gesundheitlicher Beziehung so überaus wichtigen Gesichtspunkte zu erwecken.

Herbart. Herbarts Lehren und Leben. Von Pastor O. Flügel. Mit 1 Bildnisse Herbarts. (Nr. 164.)
Herbarts Lehre zu kennen, ist für den Philosophen wie für den Pädagogen gleich wichtig. Indes seine eigenartige Terminologie und Deduktionsweise erschwert das Einleben in seine Gedankengefilde. Flügel versteht es mit musterhaftem Geschick, der Interpret des Meisters zu sein, dessen Werdegang zu prüfen, seine Philosophie und Pädagogik gemeinverständlich darzustellen.

Hilfsschulwesen. Vom Hilfsschulwesen. Von Rektor Dr. B. Maennel. (Nr. 73.)
Es wird in kurzen Zügen eine Theorie und Praxis der Hilfsschulpädagogik gegeben. An Hand der vorhandenen Literatur und auf Grund von Erfahrungen wird nicht allein zusammengestellt, was bereits geleistet worden ist, sondern auch hervorgehoben, was noch der Entwicklung und Bearbeitung harrt.

——— s. a. Geisteskrankheiten; Jugendfürsorge.

Hochschulen s. a. Technische Hochschulen; Student.

Hypnotismus und Suggestion. Von Dr. Ernst Trömner. (Nr. 199.)
Bietet eine durchaus sachliche, von Vorurteil und Sensation gleichweit entfernte Darstellung der Lehre von Hypnotismus und Suggestion, indem die Geschichte des Hypnotismus und dessen Methodik, die Frage der Hypnotisierbarkeit, die vielfach wunderbaren Erscheinungen der Hypnose in ihren verschiedenen Graden und Erscheinungsformen, wie Somnambulismus, Autosuggestion usw., die psychologische Erklärung derselben und schließlich der Einfluß der Suggestion auf den wichtigsten Kultur- und Lebensgebieten wie Geistesstörung, Heilkunde, Verbrechen, Kunst, Erziehung behandelt werden.

Japan. Die Japaner und ihre wirtschaftliche Entwicklung. Von Prof. Dr. Karl Rathgen. (Nr. 72.)
Schildert auf Grund langjähriger eigener Erfahrungen in Japan Land und Leute, Staat und Wirtschaftsleben sowie die Stellung Japans im Weltverkehr und ermöglicht so ein wirkliches Verständnis für die staunenswerte (wirtschaftliche und politische) innere Neugestaltung des Landes in den letzten Jahrzehnten.

——— s. a. Kunst.

Ibsen. Henrik Ibsen, Björnstjerne Björnson und ihre Zeitgenossen. Von Professor Dr. B. Kahle. (Nr. 193.) Mit 7 Bildnissen auf 4 Tafeln.
In großen Zügen wird die Entwicklung und die Eigenart der beiden größten Dichter Norwegens dargestellt, einmal auf der Grundlage der Besonderheiten des norwegischen Volkes, andererseits im Zusammenhang mit den kulturellen Strömungen der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, durch die ergänzende Schilderung von 5 anderen norwegischen Dichtern (Lie, Kielland, Skram, Garborg, Hamsun) erweitert sich die Darstellung zu einem Bild der jüngsten geistigen Entwicklung des uns Deutschen so nahestehenden norwegischen Volkes.

Idealismus s. Lebensanschauungen; Rousseau.

Jesuiten. Die Jesuiten. Eine historische Skizze von Professor Dr. Heinrich Boehmer. 2. vermehrte Auflage. (Nr. 49.)
Ein Büchlein nicht für oder gegen, sondern über die Jesuiten, also der Versuch einer gerechten Würdigung des vielgenannten Ordens, das nicht nur von der sogenannten Jesuitenmoral oder von der Ordensverfassung, sondern auch von der Jesuitenschule, von den Leistungen des Ordens auf dem Gebiete der geistigen Kultur, von dem Jesuitenstaate usw. handelt.

Jesus. Die Gleichnisse Jesu. Zugleich Anleitung zu einem quellenmäßigen Verständnis der Evangelien. Von Lic. Prof. Dr. Heinrich Weinel. 2. Aufl. (Nr. 46.)
Will gegenüber kirchlicher und nichtkirchlicher Allegorisierung der Gleichnisse Jesu mit ihrer richtigen, wörtlichen Auffassung bekannt machen und verbindet damit eine Einführung in die Arbeit der modernen Theologie.

——— Jesus und seine Zeitgenossen. Von Pastor Karl Bonhoff. (Nr. 89.)
Die ganze Herbheit und köstliche Frische des Volkskindes, die hinreißende Hochherzigkeit und prophetische Überlegenheit des genialen Volksmannes, die reife Weisheit des Jüngerbildners und die religiöse Tiefe und Weite des Evangeliumverkünders von Nazareth wird erst empfunden, wenn man ihn in seinem Verkehr mit den ihn umgebenden Menschengestalten, Volks- und Parteigruppen zu verstehen sucht, wie es dieses Büchlein tun will.

——— Wahrheit und Dichtung im Leben Jesu. Von Pfarrer D. Paul Mehlhorn. (Nr. 137.)
Will zeigen, was von dem im Neuen Testament uns überlieferten Leben Jesu als wirklicher Tatbestand festzuhalten, was als Sage oder Dichtung zu betrachten ist, durch Darlegung der Grundsätze, nach denen die Scheidung des geschichtlich Glaubwürdigen und der es umrankenden Phantasiegebilde vorzunehmen ist und durch Vollziehung der so gekennzeichneten Art chemischer Analyse an den wichtigsten Stoffen des „Lebens Jesu".

——— s. a. Bibel; Christentum; Religion.

Illustrationskunst. Die deutsche Illustration. Von Professor Dr. Rudolf Kautzsch. Mit 35 Abbildungen. (Nr. 44.)
Behandelt ein besonders wichtiges und lehrreiches Gebiet der Kunst und leistet zugleich, indem es an der Hand der Geschichte das Charakteristische der Illustration als Kunst zu erforschen sucht, ein gut Teil „Kunsterziehung".

——— s. a. Buchgewerbe.

Industrie, chemische, s. Elektrochemie; Pflanzen; Sprengstoffe; Technik.

Infinitesimalrechnung. Einführung in die Infinitesimalrechnung mit einer historischen Übersicht. Von Professor Dr. Gerhard Kowalewski. Mit 18 Fig. (Nr. 197.)

Bietet in allgemeinverständlicher Form eine Einführung in die Infinitesimalrechnung, ohne die heute eine streng wissenschaftliche Behandlung der Naturwissenschaften unmöglich ist, die nicht sowohl in dem Kalkül selbst, als vielmehr in der gegenüber der Elementarmathematik veränderten Betrachtungsweise unter den Gesichtspunkten der Kontinuität und des Unendlichen liegenden Schwierigkeiten zu überwinden lehren will.

Ingenieurtechnik. Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit. Von Baurat Kurt Merckel. 2. Auflage. Mit 55 Abbildungen im Text und auf Tafeln. (Nr. 28.)

Führt eine Reihe hervorragender und interessanter Ingenieurbauten nach ihrer technischen und wirtschaftlichen Bedeutung vor: die Gebirgsbahnen, die Bergbahnen und als deren Vorläufer die bedeutenden Gebirgsstraßen der Schweiz und Tirols, die großen Eisenbahnverbindungen in Asien, endlich die modernen Kanal- und Hafenbauten.

——— Bilder aus der Ingenieurtechnik. Von Baurat Kurt Merckel. Mit 43 Abbildungen und einer Doppeltafel. (Nr. 60.)

Zeigt in einer Schilderung der Ingenieurbauten der Babylonier und Assyrer, der Ingenieurtechnik der alten Ägypter unter vergleichsweiser Behandlung der modernen Irrigationsanlagen daselbst, der Schöpfungen der antiken griechischen Ingenieure, des Städtebaues im Altertum und der römischen Wasserleitungsbauten die hohen Leistungen der Völker des Altertums.

——— s. a. Luftschiffahrt,

Internationalismus. Das internationale Leben der Gegenwart. Von Alfred H. Fried. Mit einer lithographischen Tafel. (Nr. 226.)

Stellt einen Führer dar in das Reich des Internationalismus, gleichsam einen „Baedeker für das internationale Land", indem es durch eine Zusammenstellung der Vereinbarungen und Einrichtungen nach ihrem Umfange und ihrer Lebensfähigkeit, ihrer Betätigung und Wirksamkeit in der internationalen Verwaltung auf dem Gebiete des Verkehrswesens, wie des Rechts, des Handels wie der Sozialpolitik, der Politik und des Kriegswesens, in den internationalen Handlungen (Kongressen, Konferenzen usw.) und in dem privaten Internationalismus auf allen Kulturgebieten zu zeigen versucht, wie weit der Zusammenschluß der Kulturwelt bereits gediehen ist, und wie der moderne Internationalismus weit davon entfernt, sich auf Kosten der Nationen zu entwickeln, im Gegenteil durch ihren Zusammenschluß die Möglichkeit der Entwicklung und Betätigung der Eigenart jeder einzelnen erhöht und erweitert.

Israel s. Religion.

Jugend-Fürsorge. Von Direktor Dr. Johannes Petersen. 2 Bände. (Nr. 161. 162.)

Band I: Die öffentliche Fürsorge für die hilfsbedürftige Jugend. (Nr. 161.)
Band II: Die öffentliche Fürsorge für die sittlich gefährdete und die gewerblich tätige Jugend. (Nr. 162.)

Erörtert alle das Fürsorgewesen betreffenden Fragen, deckt die ihm anhaftenden Mängel auf, zeigt zugleich aber auch die Mittel und Wege zu ihrer Beseitigung. Besonders eingehend werden behandelt in dem 1. Bändchen das Vormundschaftsrecht, die Säuglingssterblichkeit, die Fürsorge für uneheliche Kinder, die Gemeindewaisenpflege, die Vor- und Nachteile der Anstalts- und Familienpflege, in dem 2. Bändchen die gewerbliche Ausnutzung der Kinder und der Kinderschutz im Gewerbe, die Kriminalität der Jugend und die Zwangserziehung, die Fürsorge für die schulentlassene Jugend.

Kabel s. Elektrotechnik.

Kaffee, Tee, Kakao und die übrigen narkotischen Getränke. Von Professor Dr. Arwed Wieler. Mit 24 Abb. und 1 Karte. (Nr. 132.)

Behandelt, durch zweckentsprechende Abbildungen unterstützt, Kaffee, Tee und Kakao eingehender, Mate und Kola kürzer, in bezug auf die botanische Abstammung, die natürliche Verbreitung der Stammpflanzen, die Verbreitung ihrer Kultur, die Wachstumsbedingungen und die Kulturmethoden, die Erntezeit und die Ernte, endlich die Gewinnung der fertigen Ware, wie der Weltmarkt sie aufnimmt, aus dem geernteten Produkte.

——— s. a. Ernährung; Haushalt; Pflanzen.

Kalender. Der Kalender. Von Prof. Dr. W. F. Wislicenus. (Nr. 69.)
Erklärt die astronomischen Erscheinungen, die für unsere Zeitrechnung von Bedeutung sind, und schildert die historische Entwicklung des Kalenderwesens vom römischen Kalender ausgehend, den Werdegang der christlichen Kalender bis auf die neueste Zeit verfolgend, setzt ihre Einrichtungen auseinander und lehrt die Berechnung kalendarischer Angaben für Vergangenheit und Zukunft, sie durch zahlreiche Beispiele erläuternd.

Kant. Immanuel Kant. Darstellung und Würdigung. Von Professor Dr. Oswald Külpe. 2. verb. Auflage. Mit einem Bildnisse Kants. (Nr. 146.)
Kant hat durch seine grundlegenden Werke ein neues Fundament für die Philosophie aller Völker und Zeiten geschaffen. Dieses in seiner Tragfähigkeit für moderne Ideen darzustellen, hat sich der Verfasser zur Aufgabe gestellt. Es ist ihm gelungen, den wirklichen Kant mit historischer Treue zu schildern und doch auch zu beleuchten, wie die Nachwelt berufen ist, hinauszustreben über die Anschauungen des gewaltigen Denkers, da auch er ein Kind seiner Zeit ist und manche seiner Lehrmeinungen vergänglicher Art sein müssen.

——— s. a. Philosophie.

Kind. Psychologie d. Kindes. Von Prof. Rob. Gaupp. Mit 18 Abb. (Nr. 213.)
Behandelt nach einem Überblick über die geschichtliche Entwicklung und Methoden der Kinderpsychologie zunächst das Alter von der Geburt bis zu 4 Jahren unter Betonung der erkenntnistheoretischen Eigenart der kinderpsychologischen Untersuchungen, danach die Psychologie des Schulkindes unter Hinweis auf die Bedeutung des psychologischen Versuchs für die Erkenntnis der individuellen Verschiedenheiten im Kindesalter und die Fragen der Auffassung, Gedächtnis Erlernen und Vergessen, Ermüdung und Erholung auf Grund der Tatsachen der experimentellen Psychologie und Pädagogik, während ein Anhang die Psychologie des geistig abnormen Kindes behandelt.

——— s. a. Erziehung; Jugendfürsorge.

Kinderpflege s. Säugling.

Knabenhandarbeit. Die Knabenhandarbeit in der heutigen Erziehung. Von Seminar-Dir. Dr. A. Pabst. Mit 21 Abb. und 1 Titelbild. (Nr. 140.)
Gibt einen Überblick über die Geschichte des Knabenhandarbeitsunterrichts, untersucht seine Stellung im Lichte der modernen pädagogischen Strömungen und erhärtet seinen Wert als Erziehungsmittel, erörtert sodann die Art des Betriebes in den verschiedenen Schulen und gibt zum Schlusse eine vergleichende Darstellung der Systeme in den verschiedenen Ländern.

Kolonien. Die deutschen Kolonien. (Land und Leute.) Von Dr. Adolf Heilborn. 2. verbesserte und vermehrte Auflage. Mit vielen Abbildungen und 2 Karten. (Nr. 98.)
Bringt auf engem Raume eine durch Abbildungen und Karten unterstützte wissenschaftlich gründliche Schilderung der deutschen Kolonien nach Bodengestaltung und -beschaffenheit und seine Bewässerung, Fruchtbarkeit und Wegsamkeit sowie ihrer Bewohner nach Nahrung und Kleidung, Haus und Gemeindeleben, Sitte und Recht, Glaube und Aberglaube, Arbeit und Vergnügen, Handel und Gewerbe, Waffen und Kampfesweise, wobei in der Neuauflage besonders die gegenwärtigen wirtschaftlichen Verhältnisse eingehend berücksichtigt worden sind.

——— s. a. England; Pflanzen.

Kolonisation. Innere Kolonisation. Von A. Brenning. (Nr. 261.)
Gibt in knappen Zügen ein vollständiges Bild von dem Stande der inneren Kolonisation in Deutschland, die zu den wichtigsten volkswirtschaftlichen Aufgaben der Gegenwart gehört, indem nach einem Überblick über die Geschichte, die Landflucht mit ihren Ursachen und Wirkungen als einer der Hauptbeweggründe zur Wiederaufnahme der Kolonisationstätigkeit nach fast einem halben Jahrhundert ausführlich behandelt, die Bedeutung der inneren Kolonisation in nationaler, sozialer und wirtschaftlicher Beziehung erörtert, endlich die Leistungen der staatlichen Kolonisationstätigkeit, wie der von Kommunalverwaltungen und Privaten, und andererseits das Verfahren bei der Kolonisation selbst eingehend behandelt werden. Das Büchlein ermöglicht jedem, sich ein eigenes Urteil über die Wichtigkeit der inneren Kolonisation zu bilden.

Konsumgenossenschaft. Die Konsumgenossenschaft. Von Professor Dr. Franz Staudinger. (Nr. 222.)
Eine von sozial-technischen und sozial-ethischen Grundgedanken ausgehende Darstellung der Konsumgenossenschaft, deren zentrale Stellung im Genossenschaftswesen erörtert, deren privat-

wirtschaftliche, volkswirtschaftliche, soziale und moralische Grundfaktoren und deren Entwicklung geschildert und deren Organisation, Rechtsverhältnisse und Mängel dargestellt werden, während ein Hinweis auf Art und Gründe der gegen sie geführten Kämpfe und ein Ausblick auf die technischen Entwicklungsmöglichkeiten der Genossenschaft den Abschluß bilden.

Korallen. Korallen und andere gesteinsbildende Tiere. Von Professor Dr. W. May. Mit 45 Abbildungen. (Nr. 231.)

Schildert die gesteinsbildenden Tiere nach Bau, Lebensweise und Vorkommen, besonders ausführlich die für den Bau der Erdrinde so wichtigen Korallentiere und führt in das von Zoologen und Geologen vielbehandelte Problem der Entstehung der durch sie aufgebauten Riffe und Inseln ein.

Kraftfahrzeuge s. Automobil; Luftschiffahrt.

Krankenpflege. Vorträge gehalten von Chefarzt Dr. Br. Leick. (Nr. 152.)

Gibt zunächst einen Überblick über Bau und Funktion der inneren Organe des Körpers und deren hauptsächlichste Erkrankungen und erörtert dann die hierbei zu ergreifenden Maßnahmen. Besonders eingehend wird die Krankenpflege bei Infektionskrankheiten sowie bei plötzlichen Unglücksfällen und Erkrankungen behandelt.

——— s. a. Arzt; Gesundheitslehre; Heilwissenschaft.

Kriegswesen. Vom Kriegswesen im 19. Jahrhundert. Zwanglose Skizzen von Major Otto von Sothen. Mit 9 Übersichtskarten. (Nr. 59.)

In einzelnen Abschnitten wird insbesondere die Napoleonische und Moltkesche Kriegführung an Beispielen (Jena-Königgrätz-Sedan) dargestellt und durch Kartenskizzen erläutert. Damit verbunden sind kurze Schilderungen der preußischen Armee von 1806 und nach den Befreiungskriegen sowie nach der Reorganisation von 1860, endlich des deutschen Heeres von 1870 bis zur Jetztzeit.

——— Der Seekrieg. Seine geschichtliche Entwicklung vom Zeitalter der Entdeckungen bis zur Gegenwart. Von Kurt Freiherr von Maltzahn, Vize-Admiral a. D. (Nr. 99.)

Der Verf. bringt den Seekrieg als Kriegsmittel wie als Mittel der Politik zur Darstellung, indem er zunächst die Entwicklung der Kriegsflotte und der Seekriegsmittel schildert und dann die heutigen Weltwirtschaftsstaaten und den Seekrieg behandelt, wobei er besonders das Abhängigkeitsverhältnis, in dem unsere Weltwirtschaftsstaaten kommerziell und politisch zu den Verkehrswegen der See stehen, darstellt.

——— Der Krieg im Zeitalter des Verkehrs und der Technik. Von Alfred Meyer, Hauptmann im Kgl. Sächs. Inf.-Reg. Nr. 133 in Zwickau. Mit Figuren im Text und auf einer Tafel. (Nr. 271.)

Gibt einen allgemein verständlichen Überblick über die ungeheuren Umwälzungen, welche die Entwicklung des modernen Verkehrswesens und der modernen Technik auf das Kriegswesen ausgeübt hat, wie sie bei einem europäischen Krieg der Zukunft in die Erscheinung treten würden, und schildert so den Aufmarsch der Heere, das Suchen der Entscheidung, und endlich die Verfolgung und die Entscheidung.

——— s. a. Technik; Verkehrsentwicklung.

Kriminalpsychologie. Die Psychologie des Verbrechers. Von Dr. Paul Pollitz, Strafanstaltsdirektor. Mit Diagrammen. (Nr. 248).

Gibt an einer reichen Auswahl von Beispielen auf Grund der Literatur wie der eigenen Praxis eine umfassende Übersicht über unser Wissen von der Psychologie des Verbrechers und des Verbrechens, das es nach einer Musterung der bisher aufgestellten Theorien als Produkt sozialer und wirtschaftlicher Verhältnisse, defekter geistiger Anlage, wie persönlicher, verbrecherischer Tendenz auffaßt und so in seiner Abhängigkeit von Geschlecht, Alter, Erziehung, Beruf, von Geisteskrankheit, Alkoholismus, Prostitution, wie in den Eigenarten des jugendlichen wie des gewerbs- und gewohnheitsmäßigen Verbrechers darzustellen sucht.

Kulturgeschichte. Die Anfänge der menschlichen Kultur. Von Professor Dr. Ludwig Stein. (Nr. 93.)

Behandelt in der Überzeugung, daß die Kulturprobleme der Gegenwart sich uns nur durch einen tieferen Einblick in ihren Werdegang erschließen, Natur und Kultur, den vorgeschichtlichen Menschen, die Anfänge der Arbeitsteilung, die Anfänge der Rassenbildung, ferner die Anfänge der wirtschaftlichen, intellektuellen, moralischen und sozialen Kultur.

Kulturgeschichte s. a. Altertum; Baukunst; Bildungswesen; Buchgewerbe; Christentum; Dorf; Entdeckungen; Frauenleben; Friedensbewegung; Germanen; Geschichte; Handwerk; Haus; Münze; Soziale Bewegungen; Städtebilder; Student; Theater; Tierleben; Volkskunde.

Kunst. Bau und Leben der bildenden Kunst. Von Direktor Dr. Theodor Volbehr. Mit 44 Abbildungen. (Nr. 68.)
Führt von einem neuen Standpunkte aus in das Verständnis des Wesens der bildenden Kunst ein, erörtert die Grundlagen der menschlichen Gestaltungskraft und zeigt, wie das künstlerische Interesse sich allmählich weitere und immer weitere Stoffgebiete erobert.

——— Deutsche Kunst im täglichen Leben bis zum Schlusse des 18. Jahrhunderts. Von Professor Dr. Bertold Haendcke. Mit 63 Abb. (Nr. 198.)
Zeigt an der Hand zahlreicher Abbildungen, wie die angewandte Kunst im Laufe der Jahrhunderte das deutsche Heim in Burg, Schloß und Haus behaglich gemacht und geschmückt hat, wie die Gebrauchs- und Luxusgegenstände des täglichen Lebens entstanden sind und sich gewandelt haben, und liefert so nicht nur einen wichtigen Beitrag zur deutschen Kulturgeschichte, sondern auch zur Frage der künstlerischen Erziehung der Gegenwart.

——— Kunstpflege in Haus und Heimat. Von Superintendenten Richard Bürkner. Mit 14 Abbildungen. (Nr. 77.)
Will, ausgehend von der Überzeugung, daß zu einem vollen Menschensein und Volkstum die Pflege des Schönen unabweisbar gehört, die Augen zum rechten Sehen öffnen lehren und die ganze Lebensführung, Kleidung und Häuslichkeit ästhetisch gestalten, um so auch zur Erkenntnis dessen zu führen, was an Heimatkunst und Heimatschutz zu hegen ist, und auf diesem großen Gebiete persönlichen und allgemeinen ästhetischen Lebens ein praktischer Ratgeber sein

——— Die ostasiatische Kunst und ihre Einwirkung auf Europa. Von Direktor Dr. Richard Graul. Mit 49 Abb. und 1 Doppeltafel. (Nr. 87.)
Bringt die bedeutungsvolle Einwirkung der japanischen und chinesischen Kunst auf die europäische zur Darstellung unter Mitteilung eines reichen Bildermaterials, den Einfluß Chinas auf die Entwicklung der zum Rokoko drängenden freien Richtungen in der dekorativen Kunst des 18. Jahrhunderts wie den auf die Entwicklung des 19. Jahrhunderts. Der Verfasser weist auf die Beziehungen der Malerei und Farbendruckkunst Japans zum Impressionismus der modernen europäischen Kunst hin.

——— s. a. Altertum; Baukunst; Buchgewerbe; Dürer; Illustrationskunst; Rembrandt; Schriftwesen; Städtewesen; Theater.

Landwirtschaft. Die deutsche Landwirtschaft. Von Dr. Walter Claaßen. Mit 15 Abbildungen und 1 Karte. (Nr. 215.)
Behandelt die natürlichen Grundlagen der Bodenbereitung, die Technik und Betriebsorganisation des Acker-, Wiesen- und Weidenbaues und der Viehhaltung, die volkswirtschaftliche Bedeutung des Landbaues sowie die agrarpolitischen Fragen und schließlich die Bedeutung des Menschen als Produktionsfaktor in der Landwirtschaft und andererseits die Rolle, die das Landvolk im Lebensprozesse der Nation spielt.

——— s. a. Kolonisation; Obstbau.

Leben. Die Erscheinungen des Lebens. Grundprobleme der modernen Biologie. Von Privatdozent Dr. H. Miehe. Mit 40 Figuren im Text. (Nr. 130.)
Versucht eine umfassende Totalansicht des organischen Lebens zu geben, indem nach einer Erörterung der spekulativen Vorstellungen über das Leben und einer Beschreibung des Protoplasmas und der Zelle die hauptsächlichsten Äußerungen des Lebens behandelt werden, als: Entwicklung, Ernährung, Atmung, das Sinnesleben, die Fortpflanzung, der Tod, die Variabilität und im Anschluß daran die Theorien über Entstehung und Entwicklung der Lebewesen sowie die mannigfachen Beziehungen der Lebewesen untereinander.

——— s. a. Biologie; Organismen.

Lebensanschauungen. Sittliche Lebensanschauungen der Gegenwart. Von Professor Dr. Otto Kirn. (Nr. 177.)
Übt verständnisvolle Kritik an den Lebensanschauungen des Naturalismus, der sich wohl um die Gesunderhaltung der natürlichen Grundlagen des sittlichen Lebens Verdienste erworbe

aber seine Ziele nicht zu begründen vermag, des Utilitarismus, der die Menschheit wohl weiter hinaus, aber nicht höher hinauf zu blicken lehrt, des Evolutionismus, der auch seinerseits den alten Streit zwischen Egoismus und Altruismus nicht entscheiden kann, an der ästhetischen Lebensauffassung, deren Gefahr in der Überschätzung der schönen Form liegt, die nur als Kleid eines bedeutsamen Inhalts Berechtigung hat, um dann für das überlegene Recht des sittlichen Idealismus einzutreten, indem es dessen folgerichtige Durchführung in der christlichen Weltanschauung aufweist.

——— s. a. Menschenleben; Weltanschauung.

Leibesübungen s. Turnen.

Licht. Das Licht und die Farben. Sechs Vorlesungen. Von Professor Dr. Ludwig Graetz. 2. Auflage. Mit 116 Abbildungen. (Nr. 17.)

Führt, von den einfachsten optischen Erscheinungen ausgehend, zur tieferen Einsicht in die Natur des Lichtes und der Farben, behandelt, ausgehend von der scheinbar geradlinigen Ausbreitung, Zurückwerfung und Brechung des Lichtes, das Wesen der Farben, die Beugungserscheinungen und die Photographie.

——— s. a. Beleuchtungsarten; Chemie; Energie; Spektroskopie; Strahlen.

Literaturgeschichte s. Buchgewerbe; Drama; Hebbel; Ibsen; Lyrik; Musik; Romantik; Schiller; Shakespeare; Theater; Volkslied; Volkssage.

Luft s. Chemie.

Luftschiffahrt. Von Dr. Raimund Nimführ.

Gibt eine umfassende, allgemein verständliche Darstellung dieses modernsten und zukunftsreichsten Zweiges der Bewegungstechnik und seiner Entwicklung von der Montgolfière bis zum Zeppelin II und den neuesten Aeroplanen, wobei die modernen Konstruktionen und ihre Prinzipien eine durch zahlreiche Abbildungen unterstützte, besonders eingehende Behandlung finden.

Lüftung s. Heizung.

Luther. Luther im Lichte der neueren Forschung. Ein kritischer Bericht. Von Professor Dr. Heinrich Boehmer. (Nr. 113.)

Versucht durch sorgfältige historische Untersuchung eine erschöpfende Darstellung von Luthers Leben und Wirken zu geben, die Persönlichkeit des Reformators aus ihrer Zeit heraus zu erfassen, ihre Schwächen und Stärken beleuchtend zu einem wahrheitsgetreuen Bilde zu gelangen, und gibt so nicht nur ein psychologisches Porträt, sondern bietet zugleich ein interessantes Stück Kulturgeschichte.

——— s. a. Geschichte.

Lyrik. Geschichte der deutschen Lyrik seit Claudius. Von Dr. Heinrich Spiero. (Nr. 254.)

Gibt eine zusammenhängende, auf ästhetischer Grundlage ruhende Schilderung der Entwicklungsgeschichte der deutschen Lyrik von Claudius über Goethe, die Romantik, den Realismus, bis zur Gegenwart, welche die größten und feinsten Meister voll hervortreten läßt, und versucht die lyrische Form gerade der in ihrer Einsamkeit schwer zugänglichen Dichter in ihrer Eigenart an der Hand wohlgewählter Proben zu analysieren.

——— s. a. Literaturgeschichte; Romantik; Volkslied.

Mädchenschule. Die höhere Mädchenschule in Deutschland. Von Oberlehrerin Marie Martin. (Nr. 65.)

Bietet aus berufenster Feder eine Darstellung der Ziele, der historischen Entwicklung, der heutigen Gestalt und der Zukunftsaufgaben der höheren Mädchenschulen.

——— s. a. Bildungswesen; Schulwesen.

Mathematik s. Arithmetik; Infinitesimalrechnung.

Mathematische Spiele. Von Dr. Wilhelm Ahrens. Mit 1 Titelbild und 69 Figuren. (Nr. 170.)

Sucht in das Verständnis all der Spiele, die „ungleich voll von Nachdenken" vergnügen, weil man bei ihnen rechnet, ohne Voraussetzung irgendwelcher mathematischer Kenntnisse einzuführen und so ihren Reiz für Nachdenkliche erheblich zu erhöhen. So werden unter Beigabe von einfachen, das Mitarbeiten des Lesers belebenden Fragen Wettspringen, Boß-Puzzle, Solitär- oder Einsiedlerspiel, Wanderungsspiele, Dyadische Spiele, der Baguenaudier, Nim, der Rösselsprung und die Magischen Quadrate behandelt.

——— s. a. Schachspiel.

Mechanik s. Eisenbetonbau; Hebezeuge; Technik.

Meeresforschung. Meeresforschung und Meeresleben. Von Dr. Otto Janson. 2. Auflage. Mit 41 Figuren. (Nr. 30.)
Schildert kurz und lebendig die Fortschritte der modernen Meeresunterfuchung auf geographischem, physikalisch-chemischem und biologischem Gebiete, die Verteilung von Wasser und Land auf der Erde, die Tiefen des Meeres, die physikalischen und chemischen Verhältnisse des Meerwassers, endlich die wichtigsten Organismen des Meeres, die Pflanzen und Tiere.

——— s. a. Korallen.

Mensch. Der Mensch. Sechs Vorlesungen aus dem Gebiete der Anthropologie. Von Dr. Adolf Heilborn. Mit zahlreichen Abbildungen. (Nr. 62.)
Stellt die Lehren der „Wissenschaft aller Wissenschaften" streng sachlich und doch durchaus volkstümlich dar: das Wissen vom Ursprung des Menschen, die Entwicklungsgeschichte des Individuums, die künstlerische Betrachtung der Proportionen des menschlichen Körpers und die streng wissenschaftlichen Meßmethoden (Schädelmessung usf.), behandelt ferner die Menschenrassen, die rassenanatomischen Verschiedenheiten, den Tertiärmenschen.

——— Bau und Tätigkeit des menschlichen Körpers. Von Privatdozenten Dr. Heinrich Sachs. 2. Auflage. Mit 37 Abbildungen. (Nr. 32.)
Gibt eine Reihe schematischer Abbildungen, erläutert die Einrichtung und die Tätigkeit der einzelnen Organe des Körpers und zeigt dabei vor allem, wie diese einzelnen Organe in ihrer Tätigkeit aufeinander einwirken, miteinander zusammenhängen und so den menschlichen Körper zu einem einheitlichen Ganzen, zu einem wohlgeordneten Staate machen.

——— **und Erde.** Mensch und Erde. Skizzen von den Wechselbeziehungen zwischen beiden. Von Professor Dr. Alfred Kirchhoff. 2. Aufl. (Nr. 31.)
Zeigt, wie die Ländernatur auf den Menschen und seine Kultur einwirkt, durch Schilderungen allgemeiner und besonderer Art, über Steppen- und Wüstenvölker, über die Entstehung von Nationen, wie Deutschland und China u. a. m.

——— **und Tier.** Der Kampf zwischen Mensch und Tier. Von Professor Dr. Karl Eckstein. 2. Auflage. Mit 51 Figuren. (Nr. 18.)
Der hohe wirtschaftliche Bedeutung beanspruchende Kampf zwischen Mensch und Tier erfährt eine eingehende, ebenso interessante wie lehrreiche Darstellung; besonders werden die Kampfmittel beider Gegner geschildert: hier Schußwaffen, Fallen, Gifte oder auch besondere Wirtschaftsmethoden, dort spitzige Kralle, scharfer Zahn, furchtbares Gift, List und Gewandtheit, der Schutzfärbung und Anpassungsfähigkeit nicht zu vergessen.

——— s. a. Anatomie; Auge; Frauenkrankheiten; Geistesleben; Geschlechtskrankheiten; Gesundheitslehre; Heilwissenschaft; Kultur; Nervensystem; Psychologie; Säugling; Seele; Sinne; Sprache; Stimme; Turnen; Zahnpflege.

Menschenleben. Aufgaben und Ziele des Menschenlebens. Von Dr. J. Unold. 3. Auflage. (Nr. 12.)
Beantwortet die Frage: Gibt es keine bindenden Regeln des menschlichen Handelns? in zuversichtlich bejahender, zugleich wohlbegründeter Weise und entwirft die Grundzüge einer wissenschaftlich haltbaren und für eine nationale Erziehung brauchbaren Lebensanschauung und Lebensordnung.

——— s. a. Lebensanschauung; Weltanschauung.

Metalle. Die Metalle. Von Professor Dr. Karl Scheid. 2. Auflage. Mit 16 Abbildungen. (Nr. 29.)
Behandelt die für Kulturleben und Industrie wichtigen Metalle, schildert die mutmaßliche Bildung der Erze, die Gewinnung der Metalle aus den Erzen, das Hüttenwesen mit seinen verschiedenen Systemen, die Fundorte der Metalle, ihre Eigenschaften und Verwendung, unter Angabe historischer, kulturgeschichtlicher und statistischer Daten sowie die Verarbeitung der Metalle.

——— s. a. Eisenhüttenwesen.

Meteorologie s. Wetter.

Mietrecht. Die Miete nach dem Bürgerlichen Gesetzbuch. Ein Handbüchlein für Juristen, Mieter und Vermieter. Von Rechtsanwalt Dr. Max Strauß. (Nr. 194.)
Gibt in der Absicht, Mieter und Vermieter über ihr gegenseitiges Verhältnis aufzuklären und so zur Vermeidung vieler oft nur aus der Unkenntnis der gesetzlichen Bestimmungen entspringender Mietprozesse beizutragen, eine gemeinverständliche Darstellung des Mietrechts, die durch Aufnahme der einschlägigen umfangreichen Literatur sowie der Entscheidungen der höchsten Gerichtshöfe auch dem praktischen Juristen als Handbuch zu dienen vermag.

Mikroskop. Das Mikroskop, seine Optik, Geschichte und Anwendung, gemeinverständlich dargestellt. Von Dr. W. Scheffer. Mit 66 Abbildungen. (Nr. 35.)
Nach Erläuterung der optischen Konstruktion und Wirkung des Mikroskops und Darstellung der historischen Entwicklung wird eine Beschreibung der modernsten Mikroskoptypen, Hilfsapparate und Instrumente gegeben, endlich gezeigt, wie die mikroskopische Untersuchung die Einsicht in Naturvorgänge vertieft.

——— s. a. Optik; Pflanzen; Tierwelt.

Mittelalter s. a. Baukunst, Städtewesen.

Moleküle. Moleküle — Atome — Weltäther. Von Professor Dr. Gustav Mie. 2. Auflage. Mit 27 Figuren. (Nr. 58.)
Stellt die physikalische Atomlehre als die kurze, logische Zusammenfassung einer großen Menge physikalischer Tatsachen unter einem Begriffe dar, die ausführlich und nach Möglichkeit als einzelne Experimente geschildert werden.

——— s. a. Energie.

Mond. Der Mond. Von Professor Dr. Julius Franz. Mit 31 Abbildungen und 2 Doppeltafeln. (Nr. 90.)
Gibt die Ergebnisse der neueren Mondforschung wieder, erörtert die Mondbewegung und Mondbahn, bespricht den Einfluß des Mondes auf die Erde und behandelt die Fragen der Oberflächenbedingungen des Mondes und die charakteristischen Mondgebilde anschaulich zusammengefaßt in „Beobachtungen eines Mondbewohners", endlich die Bewohnbarkeit des Mondes.

——— s. a. Astronomie; Kalender; Planeten; Weltall.

Mozart s. Musik.

Münze. Die Münze als historisches Denkmal sowie ihre Bedeutung im Rechts- und Wirtschaftsleben. Von Dr. Arnold Luschin v. Ebengreuth. Mit 53 Abbildungen im Text. (Nr. 91.)
Zeigt, wie Münzen als geschichtliche Überbleibsel der Vergangenheit zur Aufhellung der wirtschaftlichen Zustände und der Rechtseinrichtungen früherer Zeiten dienen; die verschiedenen Arten von Münzen, ihre äußeren und inneren Merkmale sowie ihre Herstellung werden in historischer Entwicklung dargelegt und im Anschluß daran Münzsammlern beherzigenswerte Winke gegeben.

Musik. Geschichte der Musik. Von Dr. Friedrich Spiro. (Nr. 143.)
Gibt in großen Zügen eine übersichtliche äußerst lebendig gehaltene Darstellung von der Entwicklung der Musik vom Altertum bis zur Gegenwart mit besonderer Berücksichtigung der führenden Persönlichkeiten und der großen Strömungen und unter strenger Ausscheidung alles dessen, was für die Entwicklung der Musik ohne Bedeutung war.

——— Einführung in das Wesen der Musik. Von Professor Carl R. Hennig. (Nr. 119.)
Die hier gegebene Ästhetik der Tonkunst untersucht das Wesen des Tones als eines Kunstmaterials; sie prüft die Natur der Darstellungsmittel und untersucht die Objekte der Darstellung, indem sie klarlegt, welche Ideen im musikalischen Kunstwerke gemäß der Natur des Tonmateriales und der Darstellungsmittel in idealer Gestaltung zur Darstellung gebracht werden können.

——— Die Grundlagen der Tonkunst. Versuch einer genetischen Darstellung der allgemeinen Musiklehre. Von Professor Dr. Heinrich Rietsch. (Nr. 178.)
In leichtfaßlicher, keine Fachkenntnisse voraussetzender Darstellung rollt hier Verfasser ein Entwicklungsbild der musikalischen Erscheinungen auf. Er erörtert zunächst den Stoff der

Tonkunst, dann seine Formung (Rhythmik, Harmonik, Wetterbildung des rhythmisch-harmonischen Tonstoffes), ferner die schriftliche Aufzeichnung der Tongebilde und behandelt schließlich die Musik als Tonsprache, damit so zugleich auch die Grundlagen einer Musikästhetik gebend.

——— **Die Blütezeit der musikalischen Romantik in Deutschland.** Von Dr. Edgar Istel. Mit einer Silhouette von E. T. A. Hoffmann. (Nr. 239.)
Gibt zum ersten Male eine Gesamtdarstellung der Epoche Schuberts und Schumanns, der an Persönlichkeiten, Schöpfungen und Anregungen reichsten der deutschen Musikgeschichte, der wir eine Fülle unserer schönsten Tonschöpfungen verdanken, in der das deutsche Lied den Höhepunkt seiner Entwicklung erreichte und aus der sich das Musikdrama Richard Wagners wie die gesamte moderne Musik, nicht nur Deutschlands, entwickelt hat.

Musik. Haydn, Mozart, Beethoven. Von Professor Dr. Carl Krebs. Mit vier Bildnissen auf Tafeln. (Nr. 92.)
Eine Darstellung des Entwicklungsganges und der Bedeutung eines jeden der drei großen Komponisten für die Musikgeschichte. Sie gibt mit wenigen, aber scharfen Strichen ein Bild der menschlichen Persönlichkeit und des künstlerischen Wesens der drei Heroen mit Hervorhebung dessen, was ein jeder aus seiner Zeit geschöpft und was er aus Eignem hinzugebracht hat.

Muttersprache. Entstehung und Entwicklung unserer Muttersprache. Von Prof. Dr. Wilhelm Uhl. Mit vielen Abbildungen u. 1 Karte. (Nr. 84.)
Eine Zusammenfassung der Ergebnisse der sprachlich-wissenschaftlich lautphysiologischen wie der philologisch-germanistischen Forschung, die Ursprung und Organ, Bau und Bildung, andererseits die Hauptperioden der Entwicklung unserer Muttersprache zur Darstellung bringt.

——— s. a. Sprache.

Mythologie s. Germanen.

Mystik im Heidentum und Christentum. Von Dr. Edvin Lehmann. Vom Verfasser durchgesehene Übersetzung von Anna Grundtvig geb. Quittenbaum. (Nr. 217.)
Verfolgt in glänzender Darstellung die Erscheinungen der Mystik, „dieses Menschheitsweines, der da erquickt, aber auch berauscht und erniedrigt", von den primitivsten Kulturstufen durch die orientalischen Religionen bis zur griechischen Mystik, erörtert ausgehend die mystischen Phänomene in den christlichen Kirchen und versucht, die Mystik in der griechischen wie in der römischen Kirche, bei Luther und den Quietisten wie ihren Einfluß auf die Romantiker zu schildern.

Nahrungsmittel s. Alkoholismus; Chemie; Ernährung; Haushalt; Kaffee; Pflanzen.

Napoleon I. Von Privatdozenten Dr. Theodor Bitterauf. Mit einem Bildnis Napoleons. (Nr. 195.)
Will auf Grund der neuesten Ergebnisse der historischen Forschung Napoleon in seiner geschichtlichen Bedingtheit verständlich machen, ohne deshalb seine persönliche Verantwortlichkeit zu leugnen, und zeigen, wie im ganzen seine Herrschaft als eine noch in der heutigen Republik wirksame Wohltat angesehen werden muß.

Nationalökonomie s. Amerika; Arbeiterschutz; Bevölkerungslehre; Deutschland; Frauenarbeit; Frauenbewegung; Japan; Kolonisation; Konsumgenossenschaft; Landwirtschaft; Münze; Obstbau; Post; Schiffahrt; Soziale Bewegungen; Verkehrsentwicklung; Versicherung; Welthandel; Wirtschaftsleben.

Naturalismus s. Lebensanschauungen; Philosophie.

Naturlehre. Die Grundbegriffe der modernen Naturlehre. Von Professor Dr. Felix Auerbach. 2. Auflage. Mit 79 Figuren. (Nr. 40.)
Eine zusammenhängende, für jeden Gebildeten verständliche Entwicklung der in der modernen Naturlehre eine allgemeine und exakte Rolle spielenden Begriffe Raum und Bewegung, Kraft und Masse und die allgemeinen Eigenschaften der Materie, Arbeit, Energie und Entropie.

——— s. a. Energie; Moleküle.

Naturwissenschaften s. Abstammungslehre; Ameisen; Anatomie; Astronomie; Bakterien; Befruchtungsvorgang; Biologie; Botanik; Chemie; Elektro-

chemie; Energie; Erde; Haushalt; Kaffee; Korallen; Leben; Licht; Meeresforschung; Mensch; Mikroskop; Moleküle; Naturlehre; Obstbau; Optik; Organismen; Pflanzen; Photochemie; Plankton; Religion; Spektroskopie; Stereoskop; Strahlen; Tierleben; Vogelleben; Wald; Wärme; Weltall; Wetter.

Nautik. Von Oberlehrer Dr. Johannes Möller in Elsfleth. Mit 58 Figuren im Text und auf einer Tafel. (Nr. 255.)
Gibt zum erstenmal eine allgemeinverständliche Übersicht über das gesamte Gebiet der Steuermannskunst, indem es nach einer Beschreibung der nautischen Instrumente die verschiedenen Methoden der Nautik darstellt, mit deren Hilfe der Seemann sein Schiff sicher über See bringt, und zum Schluß eine Übersicht über Meeresströmungen und Witterungsvorgänge gibt, soweit sie die Schiffahrt beeinflussen.

——— s. a. Schiffahrt.

Nervensystem. Vom Nervensystem, seinem Bau und seiner Bedeutung für Leib und Seele im gesunden und kranken Zustande. Von Professor Dr. Richard Zander. Mit 27 Figuren. (Nr. 48.)
Erörtert die Bedeutung der nervösen Vorgänge für den Körper, die Geistestätigkeit und das Seelenleben und sucht darzulegen, unter welchen Bedingungen Störungen der nervösen Vorgänge auftreten, wie sie zu beseitigen und zu vermeiden sind.

——— s. a. Geistesleben; Geisteskrankheiten; Mensch; Seele; Sinne.

Nordamerika s. Amerika; Hochschule; Schulwesen; Universität.

Nordische Dichter s. Ibsen.

Obstbau. Der Obstbau. Von Dr. Ernst Voges. Mit 13 Abb. (Nr. 107.)
Will über die wissenschaftlichen und technischen Grundlagen des Obstbaues sowie seine Naturgeschichte und große volkswirtschaftliche Bedeutung unterrichten. Die Geschichte des Obstbaues, das Leben des Obstbaumes, Obstbaumpflege und Obstbaumschutz, die wissenschaftliche Obstkunde, die Ästhetik des Obstbaues gelangen zur Behandlung.

Optik. Die optischen Instrumente. Von Dr. Moritz von Rohr. Mit 84 Abbildungen im Text. (Nr. 88.)
Gibt eine elementare Darstellung der optischen Instrumente nach den modernen Anschauungen, wobei weder das Ultramikroskop noch die neuen Apparate zur Mikrophotographie mit ultravioletten Licht (Monochromate), weder die Prismen- noch die Zielfernrohre, weder die Projektionsapparate noch die stereoskopischen Entfernungsmesser und der Stereokomparator fehlen.

——— s. a. Mikroskop; Stereoskop.

Organismen. Die Welt der Organismen. Von Professor Dr. Kurt Lampert. Mit zahlreichen Abbildungen. (Nr. 236.)
Beabsichtigt einen allgemeinverständlichen Überblick über die Gesamtheit des Tier- und Pflanzenreiches zu geben, indem es zunächst den Aufbau der Organismen, die Lebensgeschichte der Pflanzen und Tiere sowie ihre Abhängigkeit von der äußeren Umgebung und an einer Reihe von Beispielen die außerordentlich mannigfaltigen Wechselbeziehungen schildert, die zwischen den einzelnen Gliedern der belebten Natur herrschen.

Orient. Der Orient. Von Ewald Banse.
I. Die Atlasländer. Marokko, Algier, Tunis. (Nr. 277)
Gibt als erstes von drei Bändchen, die den gesamten Orient behandeln, eine lebendige, durchweg auf eigenen Anschauungen beruhende Schilderung jener Länder und Volksstämme, die noch immer ihren alten romantisch-ästhetischen Reiz behalten haben und heute zugleich ein reiches politisches Interesse beanspruchen dürfen, wobei die geographischen, völkerkundlichen und wirtschaftlichen Momente gleich berücksichtigende Darstellung durch zahlreiche Abbildungen wirksam unterstützt wird.
In Vorbereitung: II. Der arabische Orient. (Nr. 278.) III. Der arische Orient. (Nr. 279.)

Ostasien s. Kunst.

Österreich. Österreichs innere Geschichte von 1848 bis 1907. Von Richard Charmatz. 2 Bände. (Nr. 242/243.)
Band I: Die Vorherrschaft der Deutschen. (Nr. 242.) Band II: Der Kampf der Nationen. (Nr. 243.)

Gibt zum ersten Male in lebendiger und klarer Sprache eine Gesamtdarstellung der Entstehung des modernen Österreich, seiner interessanten, durch das Zusammenwirken der verschiedensten Faktoren bedingten innerpolitischen Entwicklung seit 1848.

Pädagogik. Allgem. Pädagogik. Von Prof. Dr. Th. Ziegler. 2. Aufl. (Nr. 33.)
Behandelt die großen Fragen der Volkserziehung in praktischer, allgemeinverständlicher Weise und in sittlich-sozialem Geiste. Die Zwecke und Motive der Erziehung, das Erziehungsgeschäft selbst, dessen Organisation werden erörtert, die verschiedenen Schulgattungen dargestellt.

Pädagogik. Experimentelle Pädagogik mit besonderer Rücksicht auf die Erziehung durch die Tat. Von Dr. W. Lay. Mit 2 Abbildungen. (Nr. 224.)
Berichtet über die Geschichte der experimentellen Pädagogik, über ihre biologischen und soziologischen Grundlagen, über Wesen und Bedeutung der experimentellen Forschungsmethode, über die Aufgaben und Ziele der experimentellen Pädagogik, über die praktisch wichtigen experimentellen Untersuchungen der in- und ausländischen Forscher, über die Errichtung pädagogischer Laboratorien sowie auch über die der experimentellen Pädagogik entgegenstehenden Vorurteile.

——— s. Bildungswesen; Erziehung; Fortbildungsschulen; Fröbel; Herbart; Hilfsschulwesen; Hochschulen; Jugendfürsorge; Kind; Knabenhandarbeit; Mädchenschule; Pestalozzi; Rousseau; Schulhygiene; Schulwesen; Student; Turnen; Universität.

Palästina. Palästina und seine Geschichte. Sechs Vorträge von Professor Dr. Hermann Freiherr von Soden. 2. Auflage. Mit 2 Karten und 1 Plan von Jerusalem und 6 Ansichten des Heiligen Landes. (Nr. 6.)
Ein Bild, nicht nur des Landes selbst, sondern auch alles dessen, was aus ihm hervor- oder über es hingegangen ist im Laufe der Jahrhunderte — ein wechselvolles, farbenreiches Bild, in dessen Verlauf die Patriarchen Israels und die Kreuzfahrer, David und Christus, die alten Assyrer und die Scharen Mohammeds einander ablösen.

——— Palästina nach den neuesten Ausgrabungen. Von Gymnasialoberlehrer Dr. Peter Thomsen. (Nr. 260.)
Will die überraschenden, bisher der Allgemeinheit so gut wie unbekannt gebliebenen Ergebnisse der neueren Forschung in Palästina schildern und zugleich ihre Bedeutung für die Geschichte der Religion und Kultur darlegen und sich so als Führer zu neuem und tieferem Eindringen in die geschichtlichen Grundlagen unserer Religion und in das Verständnis der alttestamentlichen Schriften darbieten.

Patentrecht s. Gewerbe.

Pestalozzi. Pestalozzi. Sein Leben und seine Ideen. Von Professor Dr. Paul Natorp. Mit einem Bildnis und einem Brieffaksimile. (Nr. 250.)
Stellt nach einer kurzen Orientierung über die Entwicklungsgeschichte das Ganze der Lehre Pestalozzis, die Prinzipien sowohl wie deren Durchführung systematisch dar, wobei sich ergibt, daß gerade die Prinzipien Pestalozzis auch strengere Forderungen an Systemeinheit befriedigen, während in der weiteren Durchführung neben unzerstörlich Echtem auch ernste Mängel und Fehlgriffe zutage treten.

Pflanzen. Das Werden und Vergehen der Pflanzen. Von Professor Dr. Paul Gisevius. Mit 24 Abbildungen. (Nr. 173.)
Behandelt in leichtfaßlicher Weise alles, was uns allgemein an der Pflanze interessiert, ihre äußere Entwicklung, ihren inneren Bau, die wichtigsten Lebensvorgänge, wie Nahrungsaufnahme und Atmung, Blühen, Reifen und Verwelken, gibt eine Übersicht über das Pflanzenreich in Urzeit und Gegenwart und unterrichtet über Pflanzenvermehrung und Pflanzenzüchtung. Das Büchlein stellt somit eine kleine „Botanik des praktischen Lebens" dar.

——— Vermehrung der Sexualität bei den Pflanzen. Von Privatdozent Dr. Ernst Küster. Mit 38 Abbildungen. (Nr. 112.)
Gibt eine kurze Übersicht über die wichtigsten Formen der vegetativen Vermehrung und beschäftigt sich eingehend mit der Sexualität der Pflanzen, deren überraschend vielfache und mannigfaltige Äußerungen, ihre große Verbreitung im Pflanzenreich und ihre in allen Einzelheiten erkennbare Übereinstimmung mit der Sexualität der Tiere zur Darstellung gelangen.

——— Kolonialbotanik. Von Privatdoz. Dr. F. Tobler. Mit 21 Abb. (Nr. 184.)
Schildert zunächst die allgemeinen wirtschaftlichen Grundlagen tropischer Landwirtschaft, ihre Einrichtungen und Methoden, um dann die bekanntesten Objekte der Kolonialbotanik, wie

Kaffee, Kakao, Tee, Zuckerrohr, Reis, Kautschuk, Guttapercha, Baumwolle, Öl- und Kokospalme einer eingehenden Betrachtung zu unterziehen.

Pflanzen. Die Pflanzenwelt des Mikroskops. Von Bürgerschullehrer Ernst Reukauf. Mit 100 Abbildungen in 165 Einzeldarstellungen nach Zeichnungen des Verfassers. (Nr. 181.)

Will auch dem Unkundigen einen Begriff geben von dem staunenswerten Formenreichtum des mikroskopischen Pflanzenlebens, will den Blick besonders auf die dem unbewaffneten Auge völlig verborgenen Erscheinungsformen des Schönen lenken, aber auch den Ursachen der auffallenden Lebenserscheinungen nachzufragen lehren, wie endlich dem Praktiker durch ausführlichere Besprechung, namentlich der für die Garten- und Landwirtschaft wichtigen mikroskopischen Schädlinge dienen. Um auch zu selbständigem Beobachten und Forschen anzuregen, werden die mikroskopischen Untersuchungen und die Beschaffung geeigneten Materials besonders behandelt.

——— Unsere wichtigsten Kulturpflanzen (die Getreidegräser). Sechs Vorträge aus der Pflanzenkunde. Von Professor Dr. Karl Giesenhagen. 2. Auflage. Mit 38 Figuren im Text. (Nr. 10.)

Behandelt die Getreidepflanzen und ihren Anbau nach botanischen wie kulturgeschichtlichen Gesichtspunkten, damit zugleich in anschaulichster Form allgemeine botanische Kenntnisse vermittelnd.

——— s. a. Chemie; Kaffee; Landwirtschaft; Meeresforschung; Obstbau; Organismen; Plankton; Tierleben.

Philosophie. Die Philosophie. Einführung in die Wissenschaft, ihr Wesen und ihre Probleme. Von Realschuldirektor Hans Richert. (Nr. 186.)

Will vor allem als Einführung in die wissenschaftliche Beschäftigung mit dem Studium der Philosophie dienen, deren Stellung im modernen Geistesleben bestimmend in der Behandlung der philosophischen Grundprobleme, des der Erkenntnis, des metaphysischen, des ethischen und ästhetischen Problems, die Lösungsversuche gruppieren und charakterisieren, in die Literatur der betreffenden Fragen einführen, zu weiterer Vertiefung anregen und die richtigen Wege zu ihr zeigen.

——— Einführung in die Philosophie. Sechs Vorträge von Professor Dr. Raoul Richter. (Nr. 155.)

Bietet eine gemeinverständliche Darstellung der philosophischen Hauptprobleme und der Richtung ihrer Lösung, insbesondere des Erkenntnisproblems und nimmt dabei zu den Standpunkten des Materialismus, Spiritualismus, Theismus und Pantheismus Stellung, um zum Schlusse die religions- und moralphilosophischen Fragen zu beleuchten.

——— Führende Denker. Geschichtliche Einleitung in die Philosophie. Von Professor Dr. Jonas Cohn. Mit 6 Bildnissen. (Nr. 176.)

Will durch Geschichte in die Philosophie einführen, indem es von sechs großen Denkern das für die Philosophie dauernd Bedeutende herauszuarbeiten sucht aus der Überzeugung, daß die Philosophie im Laufe ihrer Entwicklung mehr als eine Summe geistreicher Einfälle hervorgebracht hat, und daß andererseits aus der Kenntnis der Persönlichkeiten am besten das Verständnis für ihre Gedanken zu gewinnen ist. So werden die scheinbar entlegenen und lebensfremden Gedanken aus der Seele führender, die drei fruchtbarsten Zeitalter in der Geschichte des philosophischen Denkens vertretender Geisteshelden heraus in ihrer inneren, lebendigen Bedeutung nahe zu bringen gesucht, Sokrates und Platon, Descartes und Spinoza, Kant und Fichte in diesem Sinne behandelt.

——— Die Philosophie der Gegenwart in Deutschland. Eine Charakteristik ihrer Hauptrichtungen. Von Prof. Dr. Oswald Külpe. 4. Auflage. (Nr. 41.)

Schildert die vier Hauptrichtungen der deutschen Philosophie der Gegenwart, den Positivismus, Materialismus, Naturalismus und Idealismus, nicht nur im allgemeinen, sondern auch durch eingehendere Würdigung einzelner typischer Vertreter wie Mach und Dühring, Haeckel, Nietzsche, Fechner, Lotze, v. Hartmann und Wundt.

——— s. a. Buddha; Energie; Herbart; Kant; Lebensanschauungen; Menschenleben; Mystik; Religion; Romantik; Rousseau; Schopenhauer; Spencer; Weltanschauung; Weltproblem.

Photochemie. Von Prof. Dr. Gottfried Kümmell. Mit 23 Abb. (Nr. 227.)
Erklärt in einer für jeden verständlichen Darstellung die chemischen Vorgänge und Gesetze der Einwirkung des Lichtes auf die verschiedenen Substanzen und ihre praktische Anwendung, besonders in der Photographie, bis zu dem jüngsten Verfahren der Farbenphotographie.

Physik s. Energie; Erde; Licht; Mikroskop; Moleküle; Naturlehre; Optik; Spektroskopie; Stereoskop; Strahlen; Wärme.

Physiologie s. Anatomie; Auge; Ernährung; Geistesleben; Gesundheitslehre; Mensch; Sinne; Stimme; Zahnpflege.

Planeten. Die Planeten. Von Prof. Dr. Br. Peter. Mit 18 Fig. (Nr. 240.)
Gibt eine nach dem heutigen Stande unseres Wissens orientierte Schilderung der einzelnen Körper unseres Planetensystems, wobei Gestalt und Dimensionen der Planeten, ihre Rotationsverhältnisse, die Topographie ihrer Oberfläche und auch die Beschaffenheit der sie umgebenden Lufthülle, ebenso wie ihr Aggregatzustand, soweit Spektralanalyse und Phonometrie über sie Aufschluß zu geben vermögen, und die sie begleitenden Trabanten in den Kreis der Betrachtung gezogen werden und wobei der Weg angegeben wird, der zur Erkenntnis der Beschaffenheit der Himmelskörper geführt hat.

Plankton. Das Süßwasser-Plankton. Einführung in die freischwebende Organismenwelt unserer Teiche, Flüsse und Seebecken. Von Dr. Otto Zacharias. Mit 49 Abbildungen. (Nr. 156.)
Gibt eine Anleitung zur Kenntnis der interessantesten Planktonorganismen, jener mikroskopisch kleinen und für die Existenz der höheren Lebewesen und für die Naturgeschichte der Gewässer so wichtigen Tiere und Pflanzen. Die wichtigsten Formen werden vorgeführt und die merkwürdigen Lebensverhältnisse und -bedingungen dieser unsichtbaren Welt einfach und doch vielseitig erörtert.

Plastik s. Altertum.

Polarforschung. Die Polarforschung. Geschichte der Entdeckungsreisen zum Nord- und Südpol von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart. Von Professor Dr. Kurt Hassert. 2. umgearbeitete Auflage. Mit 6 Karten auf 2 Tafeln. (Nr. 38.)
Das in der neuen Auflage bis auf die Gegenwart fortgeführte und im einzelnen nicht unerheblich umgestaltete Buch faßt in gedrängtem Überblick die Hauptergebnisse der Nord- und Südpolarforschung zusammen. Nach gemeinverständlicher Erörterung der Ziele arktischer und antarktischer Forschung werden die Polarreisen selbst von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart geschildert unter besonderer Berücksichtigung der topographischen Ergebnisse.

Politik s. England; Friedensbewegung; Geschichte; Internationalismus; Kolonisation.

Pompeji, eine hellenistische Stadt in Italien. Von Hofrat Professor Dr. Friedrich v. Duhn. Mit 62 Abbildungen und 1 Tafel. (Nr. 114.)
Sucht, durch zahlreiche Abbildungen unterstützt, an dem besonders greifbaren Beispiel Pompejis die Übertragung der griechischen Kultur und Kunst nach Italien, ihr Werden zur Weltkultur und Weltkunst verständlich zu machen, wobei die Hauptphasen der Entwicklung Pompejis, immer im Hinblick auf die gestaltende Bedeutung, die gerade der Hellenismus für die Ausbildung der Stadt, ihrer Lebens- und Kunstformen gehabt hat, zur Darstellung gelangen.

Post. Das Postwesen, seine Entwicklung und Bedeutung. Von Postrat Johannes Bruns. (Nr. 165.)
Schildert, immer unter besonderer Berücksichtigung der geschichtlichen Entwicklung, die Post als Staatsverkehrsanstalt, ihre Organisation und ihren Wirkungskreis, das Tarif- und Gebührenwesen, die Beförderungsmittel, den Betriebsdienst, den Weltpostverein sowie die deutsche Post im In- und Ausland.

——— s. a. Telegraphie.

Preußen s. Friedrich der Große.

Psychologie s. Geistesleben; Hypnotismus; Kind; Kriminalpsychologie; Mensch; Nervensystem; Seele; Verbrechen.

Recht. Moderne Rechtsprobleme. Von Professor Josef Kohler. (Nr. 128.)
Behandelt nach einem einleitenden Abschnitte über Rechtsphilosophie die wichtigsten und interessantesten Probleme der modernen Rechtspflege, insbesondere die des Strafrechts, des Strafprozesses, des Genossenschaftsrechts, des Zivilprozesses und des Völkerrechtes.

——— Die Jurisprudenz im häuslichen Leben. Für Familie und Haushalt dargestellt von Rechtsanwalt Paul Bienengräber. 2 Bände. (Nr. 219. 220.)

Band I: Die Familie. (Nr. 219.)
Band II: Der Haushalt. (Nr. 220.)

Behandelt in anregender, durch zahlreiche, dem täglichen Leben entnommene Beispiele belebter Darstellung alle in Familie und Haushalt vorkommenden Rechtsfragen und Rechtsfälle, so Rechtsfähigkeit der Ehegatten und der Kinder, Annahme an Kindesstatt und Erbrecht, ferner die für Rechtsgeschäfte geltenden allgemeinen Grundsätze sowie insbesondere Besitz und Eigentum, Kauf und Darlehen, Werk- und Dienstvertrag und namentlich auch die Rechtsverhältnisse der Dienstboten.

——— s. a. Eherecht; Gewerbe; Kriminalpsychologie; Mietrecht; Wahlrecht.

Religion. Die Grundzüge der israelitischen Religionsgeschichte. Von Professor Dr. Friedrich Giesebrecht. 2. Auflage. (Nr. 52.)
Schildert, wie Israels Religion entsteht, wie sie die nationale Schale sprengt, um in den Propheten die Ansätze einer Menschheitsreligion auszubilden, wie auch diese neue Religion sich verpuppt in die Formen eines Priesterstaats.

——— Religion und Naturwissenschaft in Kampf und Frieden. Ein geschichtlicher Rückblick von Dr. August Pfannkuche. (Nr. 141.)
Will durch geschichtliche Darstellung der Beziehungen beider Gebiete eine vorurteilsfreie Beurteilung des heiß umstrittenen Problems ermöglichen. Ausgehend von der ursprünglichen Einheit von Religion und Naturerkennen in den Naturreligionen schildert der Verfasser das Entstehen der Naturwissenschaft in Griechenland und der Religion in Israel, um dann zu zeigen, wie aus der Verschwisterung beider jene ergreifenden Konflikte erwachsen, die sich besonders an die Namen von Kopernikus und Darwin knüpfen.

——— Die religiösen Strömungen der Gegenwart. Von Superintendenten D. August Heinrich Braasch. (Nr. 66.)
Will die gegenwärtige religiöse Lage nach ihren bedeutsamen Seiten hin darlegen und ihr geschichtliches Verständnis vermitteln; die markanten Persönlichkeiten und Richtungen, die durch wissenschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung gestellten Probleme wie die Ergebnisse der Forschung, der Ultramontanismus wie die christliche Liebestätigkeit gelangen zur Behandlung.

——— Die Stellung der Religion im Geistesleben. Von Lic. Dr. Paul Kalweit. (Nr. 225.)
Will die Eigenart der Religion und zugleich ihren Zusammenhang mit dem übrigen Geistesleben, insbesondere Wissenschaft, Sittlichkeit und Kunst aufzeigen, mit der Erörterung der für das Problem bedeutsamsten religionsphilosophischen und theologischen Anschauungen, wobei Kant, Fries, Schleiermacher, Hegel, Kierkegaard, Cohen, Natorp, Eucken u. a. Berücksichtigung finden.

——— s. a. Bibel; Buchgewerbe; Buddha; Calvin; Christentum; Germanen; Jesuiten; Jesus; Luther; Mystik; Palästina.

Rembrandt. Von Professor Dr. Paul Schubring. Mit einem Titelbild und 49 Abbildungen. (Nr. 158.)
Eine durch zahlreiche Abbildungen unterstützte lebensvolle Schilderung des menschlichen und künstlerischen Entwicklungsganges Rembrandts. Zur Darstellung gelangen seine persönlichen Schicksale bis 1642, die Frühzeit, die Zeit bis zu Saskias Tode, die Nachtwache, Rembrandts Verhältnis zur Bibel, die Radierungen, Urkundliches über die Zeit nach 1642, die Periode des farbigen Helldunkels, die Gemälde nach der Nachtwache und die Spätzeit. Beigefügt sind die beiden ältesten Biographien Rembrandts.

Revolution 1848 s. Geschichte.

Rom. Soziale Kämpfe im alten Rom. Von Privatdozenten Dr. Leo Bloch. 2. Auflage. (Nr. 22.)

Behandelt die Sozialgeschichte Roms, soweit sie mit Rücksicht auf die die Gegenwart bewegenden Fragen von allgemeinem Interesse ist. Insbesondere gelangen die durch die Großmachtstellung Roms bedingte Entstehung neuer sozialer Unterschiede, die Herrschaft des Amtsadels und des Kapitals, auf der anderen Seite eines großstädtischen Proletariats zur Darstellung, die ein Ausblick auf die Lösung der Parteikämpfe durch die Monarchie beschließt.

——— s. a. Altertum; Soziale Bewegungen.

Romantik. Deutsche Romantik. Eine Skizze von Professor Dr. Oskar F. Walzel. (Nr. 232.)

Gibt vom Standpunkte der durch die neuesten Forschungsergebnisse völlig umgestalteten Betrachtungsweise auf Grund eigener Forschungen des Verfassers in gedrängter, klarer Form ein Bild jener Epoche, insbesondere der sogenannten Frühromantik, in deren Mittelpunkt Friedrich Schlegel und Karoline stehen, deren Wichtigkeit für das Bewußtsein der Herkunft unserer wichtigsten treibenden Gedanken ständig wächst und die an Reichtum der Gefühle, Gedanken und Erlebnisse von keiner anderen übertroffen wird.

——— s. a. Literaturgeschichte; Musik.

Rousseau. Von Professor Dr. Paul Hensel. Mit 1 Bildnisse Rousseaus. (Nr. 180.)

Diese Darstellung Rousseaus will diejenigen Seiten der Lebensarbeit des großen Genfers hervorheben, welche für die Entwicklung des deutschen Idealismus bedeutungsvoll gewesen sind, seine Bedeutung darin erkennen lassen, daß er für Goethe, Schiller, Herder, Kant, Fichte die unumgängliche Voraussetzung bildet. In diesem Sinne werden nach einer kurzen Charakterskizze Rousseaus die Geschichtsphilosophie, die Rechtsphilosophie, die Erziehungslehre, der von Rousseau neugeschaffene Roman und die Religionsphilosophie dargestellt.

——— s. a. Philosophie.

Sage s. Volkssage.

Sarkophage s. Altertum.

Säugling. Der Säugling, seine Ernährung und seine Pflege. Von Dr. Walter Kaupe. Mit 17 Abbildungen. (Nr. 154.)

Will der jungen Mutter oder Pflegerin in allen Fragen, mit denen sie sich im Interesse des kleinen Erdenbürgers beschäftigen müssen, den nötigen Rat erteilen. Außer der allgemeinen geistigen und körperlichen Pflege des Kindchens wird besonders die natürliche und künstliche Ernährung behandelt und für alle diese Fälle zugleich praktische Anleitung gegeben.

Schachspiel. Das Schachspiel und seine strategischen Prinzipien. Von Dr. Max Lange. (Nr. 281.)

Sucht durch eingehende, leichtverständliche Einführung in die Spielgesetze sowie durch eine größere, mit Erläuterungen versehene Auswahl interessanter Schachgänge berühmter Meister diesem anregendsten und geistreichsten aller Spiele neue Freunde und Anhänger zu werben.

Schiffahrt. Deutsche Schiffahrt und Schiffahrtspolitik der Gegenwart. Von Professor Dr. Karl Thieß. (Nr. 169.)

Verfasser will weiteren Kreisen eine genaue Kenntnis unserer Schiffahrt erschließen, indem er in leicht faßlicher und doch erschöpfender Darstellung einen allgemeinen Überblick über das gesamte deutsche Schiffswesen gibt mit besonderer Berücksichtigung seiner geschichtlichen Entwicklung und seiner großen volkswirtschaftlichen Bedeutung.

——— s. a. Nautik; Verkehrsentwicklung.

Schiller. Von Professor Dr. Theodor Ziegler. Mit dem Bildnis Schillers von Kügelgen in Heliogravüre. (Nr. 74.)

Gedacht als eine Einführung in das Verständnis von Schillers Werdegang und Werken, behandelt das Büchlein vor allem die Dramen Schillers und sein Leben, daneben aber auch einzelne seiner lyrischen Gedichte und die historischen und die philosophischen Studien als ein wichtiges Glied in der Kette seiner Entwicklung.

Schopenhauer. Seine Persönlichkeit, seine Lehre, seine Bedeutung. Sechs Vorträge von Realschuldirektor Hans Richert. 2. Auflage. Mit dem Bildnis Schopenhauers. (Nr. 81.)
Unterrichtet über Schopenhauer in seinem Werden, seinen Werken und deren Fortwirken, in seiner historischen Bedingtheit und seiner bleibenden Bedeutung, indem es eine gründliche Einführung in die Schriften Schopenhauers und zugleich einen zusammenfassenden Überblick über das Ganze seines philosophischen Systems gibt.

——— s. a. Philosophie.

Schriftwesen. Schrift- und Buchwesen in alter und neuer Zeit. Von Professor Dr. O. Weise. 2. Auflage. Mit 37 Abbildungen. (Nr. 4.)
Verfolgt durch mehr als vier Jahrtausende Schrift-, Brief- und Zeitungswesen, Buchhandel und Bibliotheken; wir hören von den Bibliotheken der Babylonier, von den Zeitungen im alten Rom, vor allem aber von der großartigen Entwicklung, die „Schrift- und Buchwesen" in der neuesten Zeit, insbesondere seit Erfindung der Buchdruckerkunst genommen haben.

——— s. a. Buchgewerbe.

Schulhygiene. Von Privatdozenten Dr. Leo Burgerstein. Mit einem Bildnis und 33 Figuren. (Nr. 96.)
Bietet eine auf den Forschungen und Erfahrungen in den verschiedensten Kulturländern beruhende Darstellung, die ebenso die Hygiene des Unterrichts und Schullebens wie jene des Hauses, die im Zusammenhang mit der Schule stehenden modernen materiellen, Wohlfahrtseinrichtungen, endlich die hygienische Unterweisung der Jugend, die Hygiene des Lehrers und die Schularztfrage behandelt.

Schulwesen. Geschichte des deutschen Schulwesens. Von Oberrealschuldirektor Dr. Karl Knabe. (Nr. 85.)
Stellt die Entwicklung des deutschen Schulwesens in seinen Hauptperioden dar und bringt so die Anfänge des deutschen Schulwesens, Scholastik, Humanismus, Reformation, Gegenreformation, neue Bildungsziele, Pietismus, Philanthropismus, Aufklärung, Neuhumanismus, Prinzip der allseitigen Ausbildung vermittels einer Anstalt, Teilung der Arbeit und den nationalen Humanismus der Gegenwart zur Darstellung.

——— Schulkämpfe der Gegenwart. Vorträge zum Kampf um die Volksschule in Preußen, gehalten in der Humboldt-Akademie in Berlin. Von Johannes Tews. (Nr. 111.)
Knapp und doch umfassend stellt der Verfasser die Probleme dar, um die es sich bei der Reorganisation der Volksschule handelt, deren Stellung zu Staat und Kirche, deren Abhängigkeit von Zeitgeist und Zeitbedürfnissen, deren Wichtigkeit für die Herausgestaltung einer volksfreundlichen Gesamtkultur scharf beleuchtet werden.

——— Volksschule und Lehrerbildung der Vereinigten Staaten in ihren hervortretenden Zügen. Reiseeindrücke. Von Direktor Dr. Franz Kuppers. Mit einem Titelbild und 48 Abbildungen. (Nr. 150.)
Schildert anschaulich das Schulwesen vom Kindergarten bis zur Hochschule, überall das Wesentliche der amerikanischen Erziehungsweise (die stete Erziehung zum Leben, das Wecken des Betätigungstriebes, das Hindrängen auf praktische Verwertung usw.) hervorhebend und unter dem Gesichtspunkte der Beobachtungen an unserer schulentlassenen Jugend in den Fortbildungsschulen zum Vergleich mit der heimischen Unterrichtsweise anregend.

——— s. a. Bildungswesen; Erziehung; Fortbildungsschulwesen; Fröbel; Hilfsschulwesen; Hochschulen; Jugendfürsorge; Kind; Mädchenschule; Pädagogik; Pestalozzi; Schulhygiene; Student; Universität.

Seekrieg s. Kriegswesen.

Seele. Die Seele des Menschen. Von Professor Dr. Johannes Rehmke. 3. Auflage. (Nr. 36.)
Behandelt, von der Tatsache ausgehend, daß der Mensch eine Seele habe, die ebenso gewiß sei wie die andere, daß der Körper eine Gestalt habe, das Seelenwesen und das Seelenleben und erörtert, unter Abwehr der materialistischen und halbmaterialistischen Anschauungen, von dem Standpunkt aus, daß die Seele ein Unkörperliches, Immaterielles sei, nicht etwa eine Bestimmtheit des menschlichen Einzelwesens, auch nicht eine Wirkung oder eine „Funktion" des Gehirns, die verschiedenen Tätigkeitsäußerungen des als Seele Erkannten.

Shakespeare. Shakespeare und seine Zeit. Von Professor Dr. Ernst Sieper. Mit 3 Tafeln und 3 Textbildern. (Nr. 185.)
Eine „Einführung in Shakespeare", die ein tieferes Verständnis seiner Werke aus der Kenntnis der Zeitverhältnisse wie des Lebens des Dichters gewinnen lassen will, die Chronologie der Dramen festzustellen, die verschiedenen Perioden seines dichterischen Schaffens zu charakterisieren und so zu einer Gesamtwürdigung Shakespeares, der Eigenart und ethischen Wirkung seiner Dramen zu gelangen sucht.

Sinne. Die fünf Sinne des Menschen. Von Professor Dr. Josef Klemens Kreibig. 2. verb. Auflage. Mit 30 Abbildungen. (Nr. 27.)
Beantwortet die Fragen über die Bedeutung, Anzahl, Benennung und Leistungen der Sinne in gemeinfaßlicher Weise, indem das Organ und seine Funktionsweise, dann die als Reiz wirkenden äußeren Ursachen und zuletzt der Inhalt, die Stärke, das räumliche und zeitliche Merkmal der Empfindungen besprochen werden.

——— s. a. Geistesleben; Tierleben.

Soziale Bewegungen und Theorien bis zur modernen Arbeiterbewegung. Von Gustav Maier. 3. Aufl. (Nr. 2.)
In einer geschichtlichen Betrachtung, die mit den altorientalischen Kulturvölkern beginnt, werden an den zwei großen wirtschaftlichen Schriften Platos die Wirtschaft der Griechen, an der Gracchischen Bewegung die der Römer beleuchtet, ferner die Utopie des Thomas Morus, andererseits der Bauernkrieg behandelt, die Bestrebungen Colberts und das Merkantilsystem, die Physiokraten und die ersten wissenschaftlichen Staatswirtschaftslehrer gewürdigt und über die Entstehung des Sozialismus und die Anfänge der neueren Handels-, Zoll- und Verkehrspolitik aufgeklärt.

——— Geschichte der sozialistischen Ideen im 19. Jahrhundert. Von Dr. Friedrich Muckle. (Nr. 269, 270.)
I: Der rationale Sozialismus. II: Proudhon u. der entwicklungsgeschichtliche Sozialismus. Gibt zugleich mit warmem Verständnis und besonnener Kritik eine klar überblickbare Darstellung der sozialistischen Systeme und ihre Entwicklung von rationalistischen und utopistischen Anfängen bei Owen, Fourier, Weitling und anderen, über Proudhon, Saint-Simon und Rodbertus zu dem großen System Karl Marxs, das durch die heutige Sozialdemokratie Weltherrschaft erlangt hat.

——— s. a. Arbeiterschutz; Arzt; Frauenarbeit; Frauenbewegung; Internationalismus; Kolonisation; Konsumgenossenschaft; Rom.

Spektroskopie. Von Dr. L. Grebe in Bonn. (Nr. 284.)
Gibt eine allgemeinverständliche Einführung und Übersicht des Gesamt-Gebietes der Spektroskopie, indem es nach einer kurzen Übersicht über ihre Geschichte, die spektroskopischen Apparate und Methoden, die so wichtigen und interessanten Ergebnisse spektroskopischer Forschung und endlich die weittragenden Anwendungen der Spektroskopie auf den verschiedenen Gebieten, vor allem dem der Astrophysik, schildert.

Spencer. Herbert Spencer. Von Dr. Karl Schwarze. Mit dem Bildnis Spencers. (Nr. 245.)
Gibt nach einer biographischen Einleitung eine ausführliche Darstellung des auf dem Entwicklungsgedanken aufgebauten Systemes Herbert Spencers nach seinen verschiedenen Seiten, nämlich philosophische Grundlegung, Biologie, Psychologie, Soziologie und Ethik, die überall die leitenden Gedanken scharf hervortreten läßt.

Spiele s. Mathematik, Schachspiel.

Sprache. Die Sprachstämme des Erdkreises. Von Prof. Dr. Franz Nikolaus Finck in Berlin. (Nr. 267.)
Sucht vom Standpunkt der neuesten sprachgeschichtlichen Forschung aus, sowie gestützt auf reiches Tatsachenmaterial einen umfassenden Überblick über die auf Erden vorhandenen Sprachidiome zu bieten und ihre Fülle auf größere Spracheinheiten zurückzuführen, indem es, ausgehend von der ethnographischen Einteilung der Menschheit in kaukasische, mongolische, amerikanische und äthiopische Rasse die einzelnen Sprachstämme in ihren weiten Verzweigungen darlegt und die gegenseitigen Zusammenhänge aufzeigt.

——— Die Haupttypen des menschlichen Sprachbaues. Von Prof. Dr. Franz Nikolaus Finck. (Nr. 268.)
Vermittelt einen unmittelbaren Eindruck der sechs Haupttypen, nach denen sich alle Sprachen der Erde ordnen lassen, dadurch, daß es dem Leser ein charakteristisches Textstück je einer der

die Typen repräsentierenden Sprachen selbst vorlegt und durch eine neue Art eindringender Analyse zugleich jedem ein unmittelbares Verständnis des Textes und einen Überblick über die in der betr. Sprache herrschenden allgemeinen Gesetze und individuellen Besonderheiten ermöglicht.

Sprache s. a. Muttersprache; Stimme.

Sprengstoffe. Chemie und Technologie der Sprengstoffe. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Rud. Biedermann. (Nr. 286.)
Gibt, durch zahlreiche Abbildungen unterstützt, eine allgemeinverständliche, umfassende Schilderung des Gebietes der Sprengstoffe, ihrer Geschichte und ihrer Herstellung bis zur modernen Sprengstoffgroßindustrie, ihrer Fabrikation, Zusammensetzung und Wirkungsweise, sowie ihrer Anwendung auf den verschiedenen Gebieten.

Städtewesen. Die Städte. Geographisch betrachtet. Von Professor Dr. Kurt Hassert. Mit 21 Abbildungen. (Nr. 163.)
Behandelt als Versuch einer allgemeinen Geographie der Städte einen der wichtigsten Abschnitte der Siedlungskunde, erörtert die Ursache des Entstehens, Wachsens und Vergehens der Städte, charakterisiert ihre landwirtschaftliche und Verkehrs-Bedeutung als Grundlage der Großstadtbildung und schildert das Städtebild als geographische Erscheinung.

——— Deutsche Städte und Bürger im Mittelalter. Von Prof. Dr. B. Heil. 2. Auflage. Mit zahlreichen Abbildungen und 1 Doppeltafel. (Nr. 43.)
Stellt die geschichtliche Entwicklung dar, schildert die wirtschaftlichen, sozialen und staatsrechtlichen Verhältnisse und gibt ein zusammenfassendes Bild von der äußeren Erscheinung und dem inneren Leben der deutschen Städte.

——— Historische Städtebilder aus Holland und Niederdeutschland. Vorträge gehalten bei der Oberschulbehörde zu Hamburg. Von Regierungs-Baumeister a. D. Albert Erbe. Mit 59 Abbildungen. (Nr. 117.)
Will dem als Zeichen wachsenden Kunstverständnisses zu begrüßenden Sinn für die Reize der alten malerischen Städtebilder durch eine mit Abbildungen reich unterstützte Schilderung der so eigenartigen und vielfachen Herrlichkeit Alt-Hollands wie Niederdeutschlands, ferner Danzigs, Lübecks, Bremens und Hamburgs nicht nur vom rein künstlerischen, sondern auch vom kulturgeschichtlichen Standpunkt aus entgegenkommen.

——— s. a. Altertum; Gartenstadtbewegung; Pompeji.

Statistik s. Bevölkerungslehre.

Stereoskop. Das Stereoskop und seine Anwendungen. Von Professor Theodor Hartwig. Mit 40 Abb. und 19 stereoskopischen Tafeln. (Nr. 135.)
Behandelt die verschiedenen Erscheinungen und praktischen Anwendungen der Stereoskopie, insbesondere die stereoskopischen Himmelsphotographien, die stereoskopische Darstellung mikroskopischer Objekte, das Stereoskop als Meßinstrument und die Bedeutung und Anwendung des Stereokomparators, insbesondere in bezug auf photogrammetrische Messungen. Beigegeben sind 19 stereoskopische Tafeln.

——— s. a. Mikroskop; Optik.

Stimme. Die menschliche Stimme und ihre Hygiene. Sieben volkstümliche Vorlesungen. Von Prof. Dr. Paul H. Gerber. Mit 20 Abb. (Nr. 136.)
Nach den notwendigsten Erörterungen über das Zustandekommen und über die Natur der Töne werden der Kehlkopf des Menschen, sein Bau, seine Verrichtungen und seine Funktion als musikalisches Instrument behandelt; dann werden die Gesang- und die Sprechstimme, ihre Ausbildung, ihre Fehler und Erkrankungen sowie deren Verhütung und Behandlung, insbesondere Erkältungskrankheiten, die professionelle Stimmschwäche, der Alkoholeinfluß und die Abhärtung erörtert.

——— s. a. Sprache.

Strahlen. Sichtbare und unsichtbare Strahlen. Von Professor Dr. Richard Börnstein und Prof. Dr. W. Marckwald. Mit 82 Abb. (Nr. 64.)
Schildert die verschiedenen Arten der Strahlen, darunter die Kathoden- und Röntgenstrahlen, die Hertzschen Wellen, die Strahlungen der radioaktiven Körper (Uran und Radium) nach ihrer Entstehung und Wirkungsweise, unter Darstellung der charakteristischen Vorgänge der Strahlung.

——— s. a. Licht.

Student. Der Leipziger Student von 1409—1909. Von Dr. Wilhelm Bruchmüller. Mit 24 Abbildungen. (Nr. 273.)

Gibt als Festgabe zum 500jährigen Jubiläum der Universität Leipzig eine Geschichte des auch für die allgemeine Entwickelung bedeutsamen Leipziger Studententums in diesem halben Jahrtausend sowohl nach seinen inneren, geistigen und sozialen Tendenzen, als nach seinen äußeren Erscheinungsformen, wobei die Darstellung durch Anführung zahlreicher kulturhistorischer Quellen und Bilder belebt und ergänzt wird.

——— s. a. Bildungswesen; Erziehung; Pädagogik; Schulwesen; Universität; Unterrichtswesen.

Süßwasser-Plankton s. Plankton.

Technik. Am sausenden Webstuhl der Zeit. Übersicht über die Wirkungen der Entwicklung der Naturwissenschaften und der Technik auf das gesamte Kulturleben. Von Geh. Regierungsrat Professor Dr. Wilhelm Lanhardt. 2. Auflage. Mit 16 Abbildungen und auf 5 Tafeln. (Nr. 23).

Ein geistreicher Rückblick auf die Entwicklung der Naturwissenschaften und der Technik, der die Weltwunder unserer Zeit verdankt werden.

——— s. a. Automobil; Beleuchtungsarten; Buchgewerbe; Chemie; Dampf; Eisenbahnen; Eisenbetonbau; Eisenhüttenwesen; Elektrochemie; Elektrotechnik; Funkentelegraphie; Gewerbe; Hebezeuge; Heizung (und Lüftung); Ingenieurtechnik; Krieg; Luftschiffahrt; Metalle; Mikroskop; Pflanzen; Post; Rechtsschutz; Sprengstoffe; Stereoskop; Technische Hochschulen; Telegraphie; Uhr; Wärmekraftmaschinen; Wasserkraftmaschinen.

Technische Hochschulen in Nordamerika. Von Professor Siegmund Müller. Mit zahlreichen Abbildungen, einer Karte und einem Lageplan. (Nr. 190.)

Gibt, von lehrreichen Abbildungen unterstützt, einen anschaulichen Überblick über Organisation, Ausstattung und Unterrichtsbetrieb der amerikanischen technischen Hochschulen unter besonderer Hervorhebung der sie kennzeichnenden Merkmale: enge Fühlung zwischen Lehrern und Studierenden und vorwiegend praktische Tätigkeit in Laboratorien und Werkstätten.

Tee s. Botanik; Kaffee.

Telegraphie. Die Telegraphie in ihrer Entwicklung und Bedeutung. Von Postrat Johannes Bruns. Mit 4 Figuren. (Nr. 183.)

Gibt auf der Grundlage eingehender praktischer Kenntnis der einschlägigen Verhältnisse einen Einblick in das für die heutige Kultur so bedeutungsvolle Gebiet der Telegraphie und seine großartigen Fortschritte. Nach einem Überblick über die Entwicklung dieses Nachrichtenwesens aus seinen akustischen und optischen Anfängen werden zunächst die internationalen und nationalen rechtlichen, danach die technischen Grundlagen (Stromquellen, Leitungen, Apparate usw.) behandelt, sodann die Organisation des Fernsprechwesens, die Unterseekabel, die großen festländischen Telegraphenlinien und die einzelnen Zweige des Telegraphen- und Fernsprechbetriebsdienstes erörtert.

——— Die Entwicklung der Telegraphen- und Fernsprechtechnik. Von Telegrapheninspektor Helmut Brick. Mit 58 Abbildungen. (Nr. 235.)

Schildert den Entwicklungsgang der Telegraphen- und Fernsprechtechnik von Flammenzeich und Rufposten bis zum modernen Mehrfach- und Maschinentelegraphen und von Philipp Rei und Graham Bells Erfindung bis zur Einrichtung unserer großen Fernsprechämter. I kurzen Abschnitten wird auch die Anwendung von Telegraph und Fernsprecher im Heere, i Eisenbahnbetriebe u. a. m. besprochen. Die für das Verständnis der Wirkungsweise v Apparaten und Stromquellen nötige Darstellung der physikalischen und chemischen Grundlag ist kurz und gemeinverständlich gegeben, und ebenso ist, ohne durch technische Einzelheiten z ermüden, bei allen Apparaten und Schaltungen das Prinzip dargestellt.

——— s. a. Elektrotechnik; Funkentelegraphie.

Theater. Das Theater. Schauspielhaus und Schauspielkunst vom griechischen Altertum bis auf die Gegenwart. Von Dr. Christian Gaehde. Mit 20 Abbildungen. (Nr. 230.)
Eine Darstellung zugleich des Theaterbaus und der Schauspielkunst vom griechischen Altertum bis auf die Gegenwart, wobei ebenso die Zusammenhänge der klassisch-griechischen Darstellungskunst und Theaterarchitektur mit dem Spiel der wandernden Mimen des Mittelalters und dem Theaterbau der Renaissance aufgezeigt, wie die ganze Entwicklung des modernen deutschen Theaters von den Bestrebungen der Neuberin bis zum heutigen „Impressionismus" aus ihren geschichtlichen und psychologischen Bedingungen verständlich zu machen gesucht wird.

Theologie s. Bibel; Buddha; Calvin; Christentum; Jesus; Jesuiten; Luther; Mystik; Palästina; Religion.

Tierleben. Tierkunde. Eine Einführung in die Zoologie. Von Privatdozent Dr. Kurt Hennings. Mit 34 Abbildungen. (Nr. 142.)
Will die Einheitlichkeit des gesamten Tierreiches zum Ausdruck bringen, Bewegung und Empfindung, Stoffwechsel und Fortpflanzung als die charakterisierenden Eigenschaften aller Tiere darstellen und sodann die Tätigkeit des Tierleibes aus seinem Bau verständlich machen, wobei der Schwerpunkt der Darstellung auf die Lebensweise der Tiere gelegt ist. So werden nach einem Vergleich der drei Naturreiche die Bestandteile des tierischen Körpers behandelt, sodann ein Überblick über die sieben großen Kreise des Tierreiches gegeben, ferner Bewegung und Bewegungsorgane, Aufenthaltsort, Bewußtsein und Empfindung, Nervensystem und Sinnesorgane, Stoffwechsel, Fortpflanzung und Entwicklung erörtert.

——— Vergleichende Anatomie der Sinnesorgane der Wirbeltiere. Von Professor Dr. Wilhelm Lubosch. (Nr. 282.)
Behandelt in gemeinverständlicher Darstellung eines Fachmannes eines der interessantesten und für die Entwicklungsgeschichte des Menschen wichtigsten Kapitel des modernen Forschungszweiges der vergleichenden Anatomie, welche die eigentliche wissenschaftliche Grundlage der gesamten Deszendenz-Theorie bildet, nämlich die Entstehungsgeschichte der Geruchs-, Tast-, Geschmacks- und Gesichtsorgane bei den Wirbeltieren, wobei auch die Entwicklung der betreffenden einfachen Organe der wirbellosen Tiere berücksichtigt wird.

——— Zwiegestalt der Geschlechter in der Tierwelt (Dimorphismus). Von Dr. Friedrich Knauer. Mit 37 Abbildungen. (Nr. 148.)
Zeigt, von der ungeschlechtlichen Fortpflanzung zahlreicher niederster Tiere ausgehend, wie sich aus diesem Hermaphroditismus allmählich die Zweigeschlechtigkeit herausgebildet hat und sich bei verschiedenen Tierarten zu auffälligstem geschlechtlichen Dimorphismus entwickelt, an interessanten Fällen solcher Verschiedenheit zwischen Männchen und Weibchen, wobei vielfach die Brutpflege in der Tierwelt und das Verhalten der Männchen zu derselben erörtert wird.

——— Lebensbedingungen und Verbreitung der Tiere. Von Professor Dr. Otto Maas. Mit Karten und Abbildungen. (Nr. 139.)
Lehrt das Verhältnis der Tierwelt zur Gesamtheit des Lebens auf der Erde verständnisvoll ahnen, zeigt die Tierwelt als einen Teil des organischen Erdganzen, die Abhängigkeit der Verbreitung des Tieres nicht nur von dessen Lebensbedingungen, sondern auch von der Erdgeschichte, ferner von Nahrung, Temperatur, Licht, Luft, Feuchtigkeit und Vegetation, wie von dem Eingreifen des Menschen und betrachtet als Ergebnis an der Hand von Karten die geographische Einteilung der Tierwelt auf der Erde nach besonderen Gebieten.

——— Die Tierwelt des Mikroskops (die Urtiere). Von Privatdozent Dr. Richard Goldschmidt. Mit 39 Abbildungen. (Nr. 160.)
Bietet nach dem Grundsatz, daß die Kenntnis des Einfachen grundlegend zum Verständnis des Komplizierten ist, eine einführende Darstellung des Lebens und des Baues der Urtiere, dieses mikroskopisch kleinen, formenreichen, unendlich zahlreichen Geschlechtes der Tierwelt und stellt nicht nur eine anregende und durch Abbildungen instruktive Lektüre dar, sondern vermag namentlich auch zu eigener Beobachtung der wichtigen und interessanten Tatsachen vom Bau und aus dem Leben der Urtiere anzuregen.

——— Die Beziehungen der Tiere zueinander und zur Pflanzenwelt. Von Professor Dr. K. Kraepelin. (Nr. 79.)
Stellt in großen Zügen eine Fülle wechselseitiger Beziehungen der Organismen zueinander dar. Familienleben und Staatenbildung der Tiere, wie die interessanten Beziehungen der Tiere und Pflanzen zueinander werden geschildert.

——— s. a. Ameise; Bakterien; Befruchtungsvorgang; Fortpflanzung; Haustiere; Korallen; Meeresforschung; Mensch und Tier; Pflanzen; Plankton; Vogelleben.

Tonkunst s. Musik.

Tuberkulose. Die Tuberkulose, ihr Wesen, ihre Verbreitung, Ursache, Verhütung und Heilung. Gemeinfaßlich dargestellt von Generaloberarzt Prof. Dr. Wilhelm Schumburg. Mit 1 Tafel und 8 Figuren. (Nr. 47.)

Schildert nach einem Überblick über die Verbreitung der Tuberkulose das Wesen derselben, beschäftigt sich eingehend mit dem Tuberkelbazillus, bespricht die Maßnahmen, durch die man ihn von sich fernhalten kann, und erörtert die Fragen der Heilung der Tuberkulose, vor allem die hygienisch-diätetische Behandlung in Sanatorien und Lungenheilstätten.

Turnen. Deutsches Ringen nach Kraft und Schönheit. Aus den literarischen Zeugnissen eines Jahrhunderts gesammelt. Von Turninspektor Karl Möller. In 2 Bänden.

I. Band: Von Schiller bis Lange. (Nr. 188.)
II. Band: In Vorbereitung.

Will für die die Gegenwart bewegenden Probleme einer harmonischen Entfaltung aller Kräfte des Körpers und Geistes die gewichtigsten Zeugnisse aus den Schriften unserer führenden Geister beibringen. Das erste Bändchen enthält Aussprüche und Aufsätze von Schiller, Goethe, Jean Paul, Gutsmuths, Jahn, Diesterweg, Roßmäßler, Spieß, Fr. Th. Vischer und Fr. A. Lange.

——— Die Leibesübungen und ihre Bedeutung für die Gesundheit. Von Professor Dr. Richard Zander. 2. Aufl. Mit 19 Abbildungen. (Nr. 13.)

Will darüber aufklären, weshalb und unter welchen Umständen die Leibesübungen segensreich wirken, indem es ihr Wesen, andererseits die in Betracht kommenden Organe bespricht; erörtert besonders die Wechselbeziehungen zwischen körperlicher und geistiger Arbeit, die Leibesübungen der Frauen, die Bedeutung des Sportes und die Gefahren der sportlichen Übertreibungen.

——— s. a. Gesundheitslehre.

Uhr. Die Uhr. Grundlagen und Technik der Zeitmessung. Von Reg.-Bauführer a. D. H. Bock. Mit 47 Abbildungen im Text. (Nr. 216.)

Behandelt Grundlagen und Technik der Zeitmessung, indem es, von den astronomischen Voraussetzungen der Zeitbestimmung und den wichtigsten Meßmethoden ausgehend, den wunderbaren Mechanismus der Zeitmesser einschließlich der feinen Präzisionsuhren auseinandersetzt und sowohl die theoretischen Grundlagen wie die wichtigsten Teile des Mechanismus selbst: die Hemmung, die Antriebskraft, das Zahnrädersystem, das Pendel und die Unruhe behandelt, unterstützt durch zahlreiche Zahlenbeispiele und technische Zeichnungen.

Universität. Die amerikanische Universität. Von Ph. D. Edward Dalavan Perry. Mit 22 Abbildungen. (Nr. 206.)

Unterrichtet über die Entwicklung des gelehrten Unterrichts in Nordamerika, über Staats- und Privat-Universitäten, beleuchtet den Unterschied zwischen amerikanischen und deutschen Hochschulen der Wissenschaft, belehrt über die akademischen Grade, Würden, Stipendien und baulichen Einrichtungen, wie Laboratorien, Museen und Bibliotheken und zeigt Stätten und Leben der berühmtesten amerikanischen Hochschulen im Bilde.

——— s. a. Student.

Unterrichtswesen s. Bildungswesen; Erziehung; Hilfsschulwesen; Knabenhandarbeit; Jugendfürsorge; Mädchenschule; Pädagogik; Schulhygiene; Schulwesen; Student; Technische Hochschulen; Turnen; Universität.

Utilitarismus s. Lebensanschauungen.

Verbrechen und Aberglaube. Skizzen aus der volkskundlichen Kriminalistik. Von Kammergerichtsreferendar Dr. Albert Hellwig. (Nr. 212.)

Gibt interessante Bilder aus dem Gebiete des kriminellen Aberglaubens, z. B. von modernen Hexenprozessen, dem Dampyrglauben, von Besessenen und Geisteskranken, Wechselbälgen, Sympathiekuren, Blut und Menschenfleisch als Heilmittel, Totenfetische, verborgene Schätze, Meineidszeremonien, Kinderraub durch Zigeuner u. a. mehr.

——— s. a. Kriminalpsychologie.

Verfassung. Grundzüge der Verfassung des Deutschen Reiches. Sechs Vorträge von Professor Dr. Edgar Loening. 2. Auflage. (Nr. 34.)

Beabsichtigt in gemeinverständlicher Sprache in das Verfassungsrecht des Deutschen Reiches einzuführen, soweit dies für jeden Deutschen erforderlich ist, und durch Aufweisung des Zusammenhanges sowie durch geschichtliche Rückblicke und Vergleiche den richtigen Standpunkt für das Verständnis des geltenden Rechtes zu gewinnen.

——— s. a. Fürstentum.

Verkehrsentwicklung in Deutschland. 1800—1900. Vorträge über Deutschlands Eisenbahnen und Binnenwasserstraßen, ihre Entwicklung und Verwaltung sowie ihre Bedeutung für die heutige Volkswirtschaft von Professor Dr. Walter Lotz. 2. Auflage. (Nr. 15.)

Gibt nach einer kurzen Übersicht über die Hauptfortschritte in den Verkehrsmitteln und deren wirtschaftliche Wirkungen eine Geschichte des Eisenbahnwesens, schildert den heutigen Stand der Eisenbahnverfassung, das Güter- und das Personentarifwesen, die Reformversuche und die Reformfrage, ferner die Bedeutung der Binnenwasserstraßen und endlich die Wirkungen der modernen Verkehrsmittel.

——— s. a. Automobil; Eisenbahnen; Funkentelegraphie; Internationalismus; Krieg; Luftschiffahrt; Nautik; Post; Schiffahrt; Technik; Telegraphie.

Versicherung. Grundzüge des Versicherungswesens. Von Professor Dr. Alfred Manes. (Nr. 105.)

Behandelt sowohl die Stellung der Versicherung im Wirtschaftsleben, die Entwicklung der Versicherung, die Organisation ihrer Unternehmungsformen, den Geschäftsgang eines Versicherungsbetriebs, die Versicherungspolitik, das Versicherungsvertragsrecht und die Versicherungswissenschaft, als die einzelnen Zweige der Versicherung, wie Lebensversicherung, Unfallversicherung, Haftpflichtversicherung, Transportversicherung, Feuerversicherung, Hagelversicherung, Viehversicherung, kleinere Versicherungszweige, Rückversicherung.

——— s. a. Arbeiterschutz.

Vogelleben. Deutsches Vogelleben. Von Professor Dr. Alwin Voigt. (Nr. 221).

Schildert die gesamte deutsche Vogelwelt in der Verschiedenartigkeit der Daseinsbedingungen in den wechselnden Landschaften unserer deutschen Heimat, wobei besonders Wert auf die Kenntnis der Vogelstimmen gelegt wird, und es führt so in Stadt und Dorf, in den Schloßpark, in den Nadelwald, auf Feld und Wiesengelände, ins Heidemoor und den Krautichbruch, an die Bäche, Teiche und Seen und ins Hochgebirge.

Volksbildungswesen s. Bildungswesen.

Volkskunde. Deutsche Volksfeste und Volkssitten. Von Hermann S. Rehm. Mit 11 Abbildungen im Text. (Nr. 214).

Bietet mit der durch Abbildungen unterstützten Schilderung der Entstehung und Entwicklung der Volksfeste von seinem sittlichen Ernst, seinem gesunden Empfinden zeugende Bilder aus unserem Volksleben. Berücksichtigt ist der ganze Kreis der Feste: Weihnachts-, Oster- und Pfingstfest, Lichtmeß und Fasching, Frühjahrs- und Maifest, Johannis-, Silvester- und Neujahrsfeier, Kirchweih- und Schützenfest, Zunftleben und Bergmannsbrauch, wie Tauf-, Hochzeits- und Totenbräuche.

——— s. a. Aberglaube; Dorf; Haus; Verbrechen; Volkssage.

Volkslied. Das deutsche Volkslied. Über Wesen und Werden des deutschen Volksgesanges. Von Privatdozent Dr. J. W. Bruinier. 3. umgearbeitete und vermehrte Auflage. (Nr. 7.)

Handelt in schwungvoller Darstellung vom Wesen und Werden des deutschen Volksgesanges, unterrichtet über die deutsche Volksliederpflege in der Gegenwart, über Wesen und Ursprung des deutschen Volksgesanges, Skop und Spielmann, Geschichte und Mär, Leben und Liebe.

——— s. a. Lyrik.

Volkssage. Die deutsche Volkssage. Übersichtlich dargestellt. Von Dr. Otto Böckel. (Nr. 262.)

Bietet zum ersten Male eine vollständige Übersicht über die reichen Schätze der deutschen Volkssage, eines tief verschütteten Grundes deutscher Anschauungs- und Denkweise, indem es sie nach einer allgemeinen Einleitung über ihr Wesen und ihre Entstehung nach mythischen Sagen, historischen Sagen, Natur-Sagen, Zauber- und Schatz-Sagen, sagenhaften Volkssitten und humoristischen Sagen gruppiert darstellt, um mit einer Übersicht über die Quellen der deutschen Volkssagen, der Würdigung ihres Wertes für unser Volk und einer Aufforderung zum vollständigen Sammeln der hier zum Teil noch ungehobenen Schätze zu schließen.

Volksstämme. Die deutschen Volksstämme und Landschaften. Von Professor Dr. Oskar Weise. 3. Auflage. Mit 29 Abbildungen im Text und auf 15 Tafeln. (Nr. 16.)

Schildert, durch eine gute Auswahl von Städte-, Landschafts- und anderen Bildern unterstützt, die Eigenart der deutschen Gaue und Stämme, die charakteristischen Eigentümlichkeiten der Landschaft, den Einfluß auf das Temperament und die geistige Anlage der Menschen, die Leistungen hervorragender Männer, Sitten und Gebräuche, Sagen und Märchen Besonderheiten in der Sprache und Hauseinrichtung u. a. m.

Volkswirtschaftslehre s. Altertum; Amerika; Arbeiterschutz; Bevölkerungslehre; Buchgewerbe; Deutschland; England; Frauenarbeit; Frauenbewegung; Handel; Japan; Internationalismus; Kolonisation; Konsumgenossenschaft; Landwirtschaft; Münze; Schiffahrt; Soziale Bewegungen; Verkehrsentwicklung; Versicherung; Weltwirtschaft; Wirtschaftsgeschichte.

Wahlrecht. Das Wahlrecht. Von Regierungsrat Dr. Oskar Poensgen. (Nr. 249.)

Behandelt in gedrängter und dabei doch allgemein verständlicher Form die bei der Beurteilung der Wahlrechtssysteme maßgebenden Faktoren sowie die verschiedenen Arten der Wahlrechtssysteme selbst, wobei an den einzelnen Theorien eine von einseitigem Parteistandpunkte freie, aber freimütige, jeweils die Vor- und Nachteile objektiv abwägende Kritik geübt wird und schließt mit einer übersichtlichen, äußerst lehrreichen Darstellung der Wahlrechte in den deutschen, den übrigen europäischen sowie den wichtigsten außereuropäischen Staaten.

Wald. Der deutsche Wald. Von Professor Dr. Hans Hausrath. Mit 15 Abbildungen und 2 Karten. (Nr. 153.)

Schildert unter besonderer Berücksichtigung der geschichtlichen Entwicklung die Lebensbedingungen und den Zustand unseres deutschen Waldes, die Verwendung seiner Erzeugnisse sowie seine günstige Einwirkung auf Klima, Fruchtbarkeit, Sicherheit und Gesundheit des Landes und erörtert zum Schlusse die Pflege des Waldes und die Aufgaben seiner Eigentümer, ein Büchlein also für jeden Waldfreund.

Warenzeichenrecht s. Gewerbe.

Wärme. Die Lehre von der Wärme. Gemeinverständlich dargestellt von Professor Dr. Richard Börnstein. Mit 33 Abbildungen. (Nr. 172.)

Bietet eine klare, keine erheblichen Vorkenntnisse erfordernde, alle vorkommenden Experimente in Worten und vielfach durch Zeichnungen schildernde Darstellung der Tatsachen und Gesetze der Wärmelehre. So werden Ausdehnung erwärmter Körper und Temperaturmessung, Wärmemessung, Wärme- und Kältequellen, Wärme als Energieform, Schmelzen und Erstarren, Sieden, Verdampfen und Verflüssigen, Verhalten des Wasserdampfes in der Atmosphäre, Dampf- und andere Wärmemaschinen und schließlich Bewegung der Wärme behandelt.

——— s. a. Chemie; Energie.

Wärmekraftmaschinen. Einführung in die Theorie und den Bau der neueren Wärmekraftmaschinen (Gasmaschinen). Von Prof. Richard Vater 2. Auflage. Mit 34 Abbildungen. (Nr. 21.)

Will Interesse und Verständnis für die immer wichtiger werdenden Gas-, Petroleum- und Benzinmaschinen erwecken. Nach einem einleitenden Abschnitte folgt eine kurze Besprechung der verschiedenen Betriebsmittel, wie Leuchtgas, Kraftgas usw., der Viertakt- und Zweitakt-wirkung, woran sich dann das Wichtigste über die Bauarten der Gas-, Benzin-, Petroleum- und Spiritusmaschinen sowie eine Darstellung des Wärmemotors Patent Diesel anschließt.

Wärmekraftmaschinen. Neuere Fortschritte auf dem Gebiete der Wärmekraftmaschinen. Von Professor Richard Vater. Mit 48 Abbildungen. (Nr. 86.)

Ohne den Streit, ob „Lokomobile oder Sauggasmaschine", „Dampfturbine oder Großgasmaschine", entscheiden zu wollen, behandelt Verfasser die einzelnen Maschinengattungen mit Rücksicht auf ihre Vorteile und Nachteile, wobei im zweiten Teil der Versuch unternommen ist, eine möglichst einfache und leichtverständliche Einführung in die Theorie und den Bau der Dampfturbine zu geben.

——— s. a. Automobil; Dampf.

Wasser s. Chemie.

Wasserkraftmaschinen. Die Wasserkraftmaschinen und die Ausnützung der Wasserkräfte. Von Geh. Regierungs-Rat Albrecht v. Ihering. Mit 73 Figuren. (Nr. 228.)

Führt den Leser vom primitiven Mühlrad bis zu den großartigen Anlagen, mit denen die moderne Technik die Kraft des Wassers zu den gewaltigsten Leistungen auszunützen versteht, und vermittelt an besonders typischen konkreten Beispielen modernster Anlagen einen klaren Einblick in Bau, Wirkungsweise und Wichtigkeit dieser modernen Betriebe.

Weltall. Der Bau des Weltalls. Von Professor Dr. J. Scheiner. 3. Auflage. Mit 24 Figuren und einer Tafel. (Nr. 24.)

Gibt auf Grund des neuesten Standes der Forschung ein anschauliches Bild vom Bau des Weltalls und seinen ungeheuren Größenverhältnissen in Raum und Zeit, beschreibt die Stellung der Erde in ihm und zeigt welches Mittel insbesondere in der Spektralanalyse uns zu seiner Erforschung zu Verfügung stehen und welche Anschauungen wir weiter von der Sonne, den Fixsternen und Nebelflecken gewinnen können.

——— Entstehung der Welt und der Erde, nach Sage und Wissenschaft. Von Professor D. M. B. Weinstein. (Nr. 223.)

Stellt die Lösungen dar, die das uralte und doch nie gelöste Problem der Entstehung der Welt und der Erde einmal in den Sagen aller Völker und Zeiten, andererseits in den wissenschaftlichen Theorien, von den jonischen Naturphilosophen an bis auf Kant, Kelvin und Arrhenius, gefunden hat.

——— s. a. Astronomie.

Weltanschauung. Die Weltanschauungen der großen Philosophen der Neuzeit. Von Professor Dr. Ludwig Busse. 3. Auflage. (Nr. 56.)

Will mit den bedeutendsten Erscheinungen der neueren Philosophie bekannt machen unter Beschränkung auf die Darstellung der großen klassischen Systeme, die es ermöglicht, die beherrschenden und charakteristischen Grundgedanken eines jeden scharf herauszuarbeiten und so ein möglichst klares Gesamtbild der in ihm enthaltenen Weltanschauung zu entwerfen.

——— s. a. Kant; Lebensanschauung; Menschenleben; Philosophie; Rousseau; Schopenhauer; Weltproblem.

Weltäther s. Moleküle.

Welthandel s. Handel; Internationalismus; Verkehrsentwicklung.

Weltproblem. Das Weltproblem von positivistischem Standpunkte aus. Von Privatdozent Dr. Josef Petzoldt. (Nr. 133.)

Sucht die Geschichte des Nachdenkens über die Welt als eine sinnvolle Geschichte von Irrtümern psychologisch verständlich zu machen im Dienste der von Schuppe, Mach und Avenarius vertretenen Anschauung, daß es keine Welt an sich, sondern nur eine Welt für uns gibt. Ihre Elemente sind nicht Atome oder sonstige absolute Existenzen, sondern Farben-, Ton-, Druck-, Raum-, Zeit- usw. Empfindungen. Trotzdem aber sind die Dinge nicht bloß subjektiv, nicht bloß Bewußtseinserscheinungen, vielmehr müssen die aus jenen Empfindungen zusammengesetzten Bestandteile unserer Umgebung fortexistierend gedacht werden, auch wenn wir sie nicht mehr wahrnehmen.

——— s. a. Philosophie; Weltanschauung.

Weltwirtschaft. Deutschlands Stellung in der Weltwirtschaft. Von Professor Dr. Paul Arndt. (Nr. 179.)

Will in das Wunderwerk menschlichen Scharfsinns, menschlicher Geschicklichkeit und menschlicher Kühnheit, das die Weltwirtschaft darstellt, einführen, indem unsere wirtschaftlichen Beziehungen zum Auslande dargestellt, die Ursachen der gegenwärtigen hervorragenden Stellung Deutschlands in der Weltwirtschaft erörtert, die Vorteile und Gefahren dieser Stellung eingehend behandelt und endlich die vielen wirtschaftlichen und politischen Aufgaben skizziert werden, die sich aus Deutschlands internationaler Stellung ergeben.

——— s. a. England; Handel; Internationalismus; Wirtschaftsgeschichte.

Wetter. Wind und Wetter. Fünf Vorträge über die Grundlagen und wichtigeren Aufgaben der Meteorologie. Von Professor Dr. Leonhard Weber. Mit 27 Figuren und 3 Tafeln. (Nr. 55.)

Schildert die historischen Wurzeln der Meteorologie, ihre physikalischen Grundlagen und ihre Bedeutung im gesamten Gebiete des Wissens, erörtert die hauptsächlichsten Aufgaben, die dem ausübenden Meteorologen obliegen, wie die praktische Anwendung in der Wettervorhersage.

Wirtschaftsgeschichte. Die Entwicklung des deutschen Wirtschaftslebens im letzten Jahrhundert. Von Professor Dr. Ludwig Pohle. 2. Auflage. (Nr. 57.)

Gibt in gedrängter Form einen Überblick über die gewaltige Umwälzung, die die deutsche Volkswirtschaft im letzten Jahrhundert durchgemacht hat: die Umgestaltung der Landwirtschaft; die Lage von Handwerk und Hausindustrie; die Entstehung der Großindustrie mit ihren Begleiterscheinungen; Kartellbewegung und Arbeiterfrage; die Umgestaltung des Verkehrswesens und die Wandlungen auf dem Gebiete des Handels.

——— Deutsches Wirtschaftsleben. Auf geographischer Grundlage geschildert von Professor Dr. Christian Gruber. Neubearbeitet von Dr. Hans Reinlein. 2. Auflage. (Nr. 42.)

Beabsichtigt, ein gründliches Verständnis für den stetigen Aufschwung unseres wirtschaftlichen Lebens seit der Wiederaufrichtung des Reichs herbeizuführen und darzulegen, inwieweit sich Produktion und Verkehrsbewegung auf die natürlichen Gelegenheiten, die geographischen Vorzüge unseres Vaterlandes stützen können und in ihnen sicher verankert liegen.

——— Wirtschaftliche Erdkunde. Von Professor Dr. Christian Gruber. (Nr. 122.)

Will die ursprünglichen Zusammenhänge zwischen der natürlichen Ausstattung der einzelnen Länder und der wirtschaftlichen Kraftäußerung ihrer Bewohner klarmachen und das Verständnis für die wahre Machtstellung der einzelnen Völker und Staaten eröffnen. Das Weltmeer als Hochstraße des Weltwirtschaftsverkehrs und als Quelle der Völkergröße — die Landmassen als Schauplatz alles Kulturlebens und der Weltproduktion — Europa nach seiner wirtschaftsgeographischen Veranlagung und Bedeutung — die einzelnen Kulturstaaten nach ihrer wirtschaftlichen Entfaltung: all dies wird in anschaulicher und großzügiger Weise vorgeführt.

——— s. a. Altertum; Amerika; Bevölkerungslehre; Deutschland; Eisenbahnen; England; Frauenarbeit; Geographie; Handel; Handwerk; Japan; Internationalismus; Kolonisation; Konsumgenossenschaft; Landwirtschaft; Rom; Schiffahrt; Soziale Bewegungen; Verkehrsentwicklung; Weltwirtschaft.

Zahnpflege. Das menschliche Gebiß, seine Erkrankung und Pflege. Von Zahnarzt Fritz Jäger. Mit 24 Abbildungen und einer Doppeltafel. (Nr. 229.)

Schildert die Entwicklung und den Aufbau des menschlichen Gebisses, die Erkrankungen der Zähne an sich, die Wechselbeziehungen zwischen Zahnzerstörung und Gesamtorganismus und sucht vor allem zu zeigen, wie unserer Jugend durch geeignete Ernährung und Zahnpflege ein gesundes Gebiß geschaffen und erhalten werden kann.

Zoologie s. Ameisen; Bakterien; Haustiere; Korallen; Mensch; Plankton, Tierleben; Vogelleben.

Aus Natur und Geisteswelt.

Jeder Band geheftet M. 1.—, in Leinwand gebunden M. 1.25.

Übersicht nach Verfassern.

	Band-Nr.
Abel, Chemie in Küche und Haus	76
Abelsdorff, Das Auge	149
Ahrens, Mathematische Spiele	170
Alkoholismus, d., seine Wirkungen u. seine Bekämpfung, 3 Bde. 103. 104.	145
Arndt, K., Elektrochemie	234
— P., Deutschlands Stellung in der Weltwirtschaft	179
Auerbach, Die Grundbegriffe der modernen Naturlehre	40
Banse, Der Orient. 3 Bde. 277. 278.	279
v. Bardeleben, Anatomie des Menschen. 4 Bde. 201—204 und	265
Bavink, Natürliche und künstliche Pflanzen und Tierstoffe	187
Biedermann, Die techn. Entwickl. der Eisenbahnen der Gegenwart	144
— Sprengstoffe	286
Bienengräber, Die Jurisprudenz im häusl. Leben. 2 Bde.	219/20
Biernacki, Die mod. Heilwissenschaft	25
Bitterauf, Napoleon I.	195
— Friedrich der Große	246
Blau, Das Automobil	166
Bloch, Soziale Kämpfe im alten Rom	22
Blochmann, Luft, Wasser, Licht und Wärme	5
— Grundlagen der Elektrotechnik	168
Bock, Die Uhr	216
Böckel, Die deutsche Volkssage	262
Boehmer, Jesuiten	49
— Luther im Lichte der neueren Forschungen	113
Bongardt, Die Naturwissenschaften im Haushalt. 2 Bändchen. 125.	126
Bonhoff, Jesus u. seine Zeitgenossen	89
Börnstein, Die Lehre von d. Wärme	172
Börnstein und Marckwald, Sichtbare und unsichtbare Strahlen	64
Braasch, Religiöse Strömungen	66
Brenning, Innere Kolonisation	261
Brick, Entwicklung der Telegraphie	235
— Drähte und Kabel	285
Bruchmüller, Der Leipziger Student von 1409 bis 1909	273
Bruinier, Das deutsche Volkslied	7
Bruns, Die Post	165
— Die Telegraphie	183
Brüsch, Die Beleuchtungsarten der Gegenwart	108
Buchgewerbe u. die Kultur. (Vorträge v.: Focke, Hermelink, Kautzsch, Waentig, Witkowski und Wuttke)	182
Buchner, Acht Vorträge aus der Gesundheitslehre	1
Burgerstein, Schulhygiene	96
Bürkner, Kunstpflege in Haus und Heimat	77
Busse, Weltanschauungen der großen Philosophen	56
Charmatz, Österreichs innere Geschichte v. 1848 bis 1907. 2 Bde.	242/243
Claaßen, Die dtsche Landwirtschaft	215
Cohn, Führende Denker	176
Crantz, Arithmetik und Algebra 2 Bände	120. 205
Daenell, Geschichte der Ver. Staaten von Amerika	147
Dietrich, Byzant. Charakterköpfe	244
v. Duhn, Pompeji	114
Eckstein, Der Kampf zwischen Mensch und Tier	18
Erbe, Historische Städtebilder aus Holland und Niederdeutschland	117
Finck, Die Sprachstämme des Erdkreises	267
— Die Haupttypen des menschlichen Sprachbaues	268
Flügel, Herbarts Lehren und Leben	164
Franz, Der Mond	90
Frech, Aus der Vorzeit d. Erde. 5 Bde.	207/211
Frentzel, Ernährung und Volksnahrungsmittel	19
Fried, Die mod. Friedensbewegung	157
— Das internat. Leben der Gegenwart	226
Fritz, Das moderne Volksbildungswesen	266
Fürst, Der Arzt	265
Gaehde, Das Theater	230
Gaupp, Psychologie des Kindes	213
Geffcken, Aus der Werdezeit des Christentums	54
Gerber, Die menschliche Stimme	136
Giesebrecht, Die Grundzüge der israelitischen Religionsgeschichte	52
Giesenhagen, Unsere wichtigsten Kulturpflanzen	10
Gisevius, Werd. u. Vergeh. d. Pflanz.	173
Goldschmidt, Die Tierwelt d. Mikrosk.	160
— Die Fortpflanzung der Tiere	253
Graetz, Licht und Farben	17
Graul, Ostasiatische Kunst	87
Grebe, Spektroskopie	284
Gruber, Deutsches Wirtschaftsleben	42
— Wirtschaftliche Erdkunde	122
Günther, Das Zeitalter der Entdeckungen	26
Gutzeit, Bakterien	233
Hahn, Die Eisenbahnen	71
Haimovici, Der Eisenbetonbau	275
Haendcke, Deutsche Kunst im tägl. Leben	198
v. Hansemann, Der Aberglaube in der Medizin	83
Hartwig, Das Stereoskop	135
Hassert, Die Polarforschung	38
— Die Städte, geogr. betrachtet	163
Haushofer, Bevölkerungslehre	50
Hausrath, Der deutsche Wald	153
Heigel, Politische Hauptströmungen in Europa im 19. Jahrhundert	129
Heil, Die deutschen Städte und Bürger im Mittelalter	43
Hellborn, Die deutschen Kolonien. (Land und Leute)	98

Aus Natur und Geisteswelt.

Jeder Band geheftet M. 1.—, in Leinwand gebunden M. 1.25.

	Band-Nr.
Heilborn, Der Mensch	62
Hellwig, Verbrechen u. Aberglaube	212
Hennig, Einführ. i. d. Wesen d. Musik	119
Hennings, Tierkunde. Eine Einführung in die Zoologie	142
Hensel, Rousseau	180
Hesse, Abstammungslehre und Darwinismus	39
Hubrich, Deutsches Fürstentum und deutsches Verfassungswesen	80
Jäger, Das menschliche Gebiß	229
Janson, Meeresforsch. u. Meeresleben	30
Ihering, Wasserkraftmaschinen und die Ausnützung der Wasserkräfte	228
Ilberg, Geisteskrankheiten	151
Istel, Die Blütezeit der musikalischen Romantik in Deutschland	239
Kahle, Ibsen, Björnson u. i. Zeitgenoss.	193
Kalweit, Die Stellung der Religion im Geistesleben	225
Kampffmeyer, Die Gartenstadtbewegung	259
Kaupe, Der Säugling	154
Kautzsch, Die deutsche Illustration.	44
Keller, Die Stammesgeschichte unserer Haustiere	252
Kirchhoff, Mensch und Erde	31
Kirn, Die sittlichen Lebensanschauungen der Gegenwart	177
Knabe, Gesch. des deutschen Schulwes.	86
Knauer, Zwiegestalt der Geschlechter in der Tierwelt	148
— Die Ameisen	94
Kohler, Moderne Rechtsprobleme	128
Kowalewski, Infinitesimalrechnung	197
Kraepelin, Die Beziehungen der Tiere zueinander	79
Krebs, Haydn, Mozart, Beethoven	92
Kreibig, Die 5 Sinne des Menschen	27
Külpe, Die Philosophie d. Gegenwart	41
— Immanuel Kant	146
Kümmell, Photochemie	227
Küster, Vermehrung und Sexualität bei den Pflanzen	112
Kuypers, Volksschule und Lehrerbildung der Ver. Staaten	150
Lampert, Die Welt der Organismen	236
Lange, Schachspiel	281
Langenbeck, Englands Weltmacht	174
— Geschichte des deutschen Handels	237
Laughlin, Aus dem amerikanischen Wirtschaftsleben	127
Launhardt, Am sausenden Webstuhl der Zeit	23
Lay, Experimentelle Pädagogik	224
Lehmann, Mystik im Heidentum u. Christentum	217
Leick, Krankenpflege	152
Löb, Einführung in die chemische Wissenschaft	264
Loening, Grundzüge der Verfassung des Deutschen Reiches	34
Lotz, Verkehrsentwicklung in Deutschland. 1800—1900	15

	Band-Nr.
Luboſch, Vergl. Anatomie d. Sinnesorgane der Wirbeltiere	282
Luſchin v. Ebengreuth, D. Münze	91
Maas, Lebensbedingungen der Tiere	139
Maier, Soziale Beweg. u. Theorien	2
von Maltzahn, Der Seekrieg	99
Manes, Grundz. d. Versicherungswes.	105
Maennel, Vom Hilfsschulwesen	73
Martin, Die höhere Mädchenschule in Deutschland	65
Matthaei, Deutsche Baukunst im Mittelalter	8
May, Korallen	231
Mayer, Heizung und Lüftung	241
Mehlhorn, Wahrheit und Dichtung im Leben Jesu	137
Merckel, Bilder a. d. Ingenieurtechnik	60
— Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit	28
Meringer, Das deutsche Haus und sein Hausrat	116
Meyer, Der Krieg im Zeitalter des Verkehrs und der Technik	271
Mie, Molekule — Atome — Weltäther	58
Miehe, Die Erscheinungen des Lebens	130
Mielke, Das deutsche Dorf	192
Möller, Deutsches Ringen nach Kraft und Schönheit. I.	188
Möller, Nautik	255
Muckle, Geschichte der sozialistischen Ideen im 19. Jahrhund. 2 Bde.	269/70
Müller, Techn. Hochschulen v. Nordam.	190
— Bilder aus der chemischen Technik	191
Natorp, Pestalozzi: Sein Leben und seine Ideen	250
v. Negelein, Germ. Mythologie	95
Neurath, Antike Wirtschaftsgeschichte	258
Nimführ, Luftschiffahrt	300
Oppenheim, Das astronomische Weltbild im Wandel der Zeit	110
Otto, Das deutsche Handwerk	14
— Deutsches Frauenleben	45
Pabst, Die Knabenhandarbeit	140
Paulsen, D. deutsche Bildungswesen	100
Perry, Die amerik. Universität	206
Peter, Die Planeten	240
Petersen, Öffentliche Fürsorge für die hilfsbedürftige Jugend	161
— Öffentliche Fürsorge für die sittlich gefährdete Jugend	162
Petzoldt, Das Weltproblem	133
Pfannkuche, Religion und Naturwissenschaft	141
Pischel, Leben u. Lehre des Buddha	109
Pohle, Entwicklung des deutschen Wirtschaftslebens im 19. Jahrh.	57
Pollitz, Psychologie des Verbrechers	248
Poensgen, Das Wahlrecht	249
v. Portugall, Friedrich Fröbel	82
Pott, Der Text d. Neuen Testaments nach seiner geschichtl. Entwicklung	134
Rauck, Kulturgeschichte des deutschen Bauernhauses	121
— Geschichte der Gartenkunst	274
Rathgen, Die Japaner	72

Aus Natur und Geisteswelt.

Jeder Band geheftet M. 1.—, in Leinwand gebunden M. 1.25.

	Band-Nr.
Rehm, Dtsch. Volksfeste u. Volkssitten	214
Rehmke, Die Seele des Menschen	36
Reishauer, Die Alpen	276
Reukauf, Die Pflanzenwelt d. Mikrosk.	181
Richert, Philosophie	186
— Schopenhauer	81
Richter, Einführung i. d. Philosophie	155
Rietsch, Grundlagen der Tonkunst	178
von Rohr, Optische Instrumente	88
Sachs, Bau u. Tätigkeit des menschlichen Körpers	32
Schapire-Neurath, Friedrich Hebbel	238
Scheffer, Das Mikroskop	35
Scheid, Die Metalle	29
Scheiner, Der Bau des Weltalls	24
Schilling, Fortbildungsschulwesen	256
Schirmacher, Die mod. Frauenbew.	67
Schmidt, Geschichte des Welthandels	118
Schubring, Rembrandt	158
Schumburg, Die Tuberkulose	47
— Die Geschlechtskrankheiten	251
Schwarze, Herbert Spencer	245
Schwemer, Restauration u. Revolut.	37
— Die Reaktion und die neue Ära	101
— Vom Bund zum Reich	102
Sieper, Shakespeare	185
von Soden, Palästina	6
Sodeur, Johann Calvin	247
von Sothen, Vom Kriegswesen im 19. Jahrhundert	59
Spiero, Geschichte der deutschen Lyrik seit Claudius	254
Spiro, Geschichte der Musik	143
Staudinger, Konsumgenossenschaft	222
Stein, A., Die Lehre von der Energie	257
— L., Die Anfänge d. menschl. Kultur	93
Steinhausen, Germanische Kultur in der Urzeit	75
Stieler, Gesundheitslehre f. Frauen	171
Strauß, Mietrecht	194
Teichmann, D. Befruchtungsvorgang	70
Tews, Schulkämpfe der Gegenwart	111
— Mod. Erziehung in Haus und Schule	159
Thieß, Deutsche Schiffahrt	169
Thomsen, Palästina nach seinen neuesten Ausgrabungen	260
Thurn, Die Funkentelegraphie	167
Tobler, Kolonialbotanik	184
Tolksdorf, Gewerblicher Rechtsschutz in Deutschland	138
Trömner, Hypnotismus und Suggestion	199
Uhl, Entstehung und Entwicklung unserer Muttersprache	84
Unger, Wie ein Buch entsteht	175
Unold, Aufgaben und Ziele des Menschenlebens	12
Vater, Hebezeuge	196
— Theorie und Bau der neueren Wärmekraftmaschinen	21
— Die neueren Fortschritte auf dem Gebiete der Wärmekraftmaschinen	86
— Dampf und Dampfmaschine	63
Verworn, Mechanik d. Geisteslebens	200
Voges, Der Obstbau	107
Voigt, Deutsches Vogelleben	221
Volbehr, Bau u. Leben d. bild. Kunst	68
Wachtler, Hellenische Sarkophage	272
Wahrmund, Ehe und Ehrerecht	115
Walzel, Deutsche Romantik	232
Weber, Wind und Wetter	55
— Von Luther zu Bismarck. 2 Bde.	123. 124
— 1848	53
Wedding, Eisenhüttenwesen	20
Weinel, Die Gleichnisse Jesu	46
Weinstein, Entstehung der Welt und der Erde	223
Weise, Schrift- und Buchwesen in alter und neuer Zeit	4
— Die deutschen Volksstämme und Landschaften	16
Wieler, Kaffee, Tee, Kakao und die übrigen narkot. Aufgußgetränke	132
Wilbrandt, Die Frauenarbeit	106
Wislicenus, Der Kalender	69
Witkowski, Das deutsche Drama des 19. Jahrhunderts	51
Wustmann, Albrecht Dürer	97
Zacharias, Süßwasserplankton	156
Zander, Vom Nervensystem	48
— Die Leibesübungen	13
Ziebarth, Kulturbild. a. griech. Städt.	131
Ziegler, Allgemeine Pädagogik	33
— Schiller	74
v. Zwiedineck-Südenhorst, Arbeiterschutz u. Arbeiterversicherung	78

Übersichten nach Wissenschaften geordnet.

Allgemeines Bildungswesen. Erziehung und Unterricht.

Das deutsche Bildungswes. in seiner geschichtl. Entwicklung: Prof. Dr. Fr. Paulsen. (100.)
Der Leipziger Student von 1409—1909: Dr. Wilhelm Bruchmüller. (273.)
Allgem. Pädagogik: Prof. Dr. Th. Ziegler. (33.)
Experiment. Pädagogik: Dr. W. A. Lay. (224.)
Moderne Erziehung in Haus und Schule: Lehrer J. Tews. (159.)
Die höhere Mädchenschule in Deutschland: Oberlehrerin M. Martin. (65.)
Vom Hilfsschulwes.: Rekt. Dr. B. Maennel. (73.)
Das deutsche Fortbildungsschulwesen: Dr. Friedrich Schilling. (256.)
Die Knabenhandarbeit in der heutigen Erziehung: Direktor Dr. A. Pabst. (140.)
Geschichte des deutschen Schulwesens: Dir. Dr. K. Knabe. (85.)
Das moderne Volksbildungswesen: Dr. Gottlieb Fritz. (266.)
Schulkämpfe d. Gegenw.: Lehrer J. Tews. (111.)